



**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΣΤΑ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ**

**Στατιστική Ανάλυση για την Εξάπλωση του Covid-19  
σε Χώρες της Νότιας Ευρώπης**

Ευστάθιος Ξυδερός

Διπλωματική Εργασία

που υποβλήθηκε στο Τμήμα Μεταπτυχιακές Σπουδές στα Μαθηματικά του Ελληνικού  
Ανοικτού Πανεπιστημίου για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης  
στα Εφαρμοσμένα Μαθηματικά.

Επιβλέπων Καθηγητής: Πολίτης Κωνσταντίνος

Πάτρα, Σεπτέμβριος 2024



## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κύριο Πολίτη Κωνσταντίνο, για την αμέριστη καθοδήγηση, την πολύτιμη υποστήριξη και τις ουσιαστικές συμβουλές που μου πρόσφερε καθ' όλη τη διάρκεια της διπλωματικής μου εργασίας.

Επιπλέον, θα ήθελα να απευθύνω θερμές ευχαριστίες στον κύριο Δημητρίου Ιωάννη για το χρόνο που διέθεσε για τη διόρθωση της διπλωματικής μου εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου και τη σύντροφό μου για τη στήριξη που μου παρείχαν.

## Περίληψη

Το κίνητρο συγγραφής της παρούσας διπλωματικής εργασίας προέκυψε από το ξέσπασμα της πρόσφατης πανδημίας του Covid-19, η οποία ανέδειξε την ανάγκη για ενδελεχή μελέτη και ανάλυση των επιπτώσεων τέτοιων φαινομένων. Η ανάλυση των δεδομένων που σχετίζονται με τον Covid-19, είναι εξαιρετικά ωφέλιμη, καθώς παρέχει χρήσιμες πληροφορίες για τη σοβαρότητα της πανδημίας, την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των μέτρων περιορισμού, προσφέροντας έτσι στη διαμόρφωση στρατηγικών που στοχεύουν στην προστασία της δημόσιας υγείας. Παράλληλα με τη στατιστική ανάλυση, η εφαρμογή μαθηματικών επιδημιολογικών μοντέλων κρίνεται ωφέλιμη για την πρόβλεψη της εξέλιξης των πανδημιών παρέχοντας μια σαφή εικόνα των δυναμικών τους και εν τέλη στη συμβολή αποτελεσματικής αντιμετώπισής τους.

Στο Κεφάλαιο 1, σε πρώτη φάση γίνεται μια εισαγωγή σε βασικές επιδημιολογικές έννοιες και έπειτα αναλύονται μερικές από τις σημαντικές πανδημίες με σημαντικές επιπτώσεις και συνέπειες στην ιστορία της ανθρωπότητας. Στα επόμενα κεφάλαια η ανάλυση των δεδομένων που σχετίζονται με την πανδημία του Covid-19 πραγματοποιείται κυρίως με γραφήματα, διότι η χρήση τους διευκολύνει οπτικά τον αναγνώστη στην κατανόηση. Στο Κεφάλαιο 2, αναφέρονται συνολικά δεδομένα της πανδημίας του Covid-19 παγκοσμίως και εκτενέστερα στις χώρες της νότιας Ευρώπης, για τις οποίες θα εστιάζεται η ανάλυση στα επόμενα κεφάλαια. Σε συνέχεια, στο Κεφάλαιο 3, πραγματοποιείται ανάλυση της εξέλιξης των επιδημιολογικών δεδομένων κατά τη διάρκεια της πανδημίας. Στο επόμενο Κεφάλαιο 4, αναφέρονται οι πολιτικές αντιμετώπισης, όπως διάθεση εμβολίων και μέτρα περιορισμού, συγκριτικά για κάθε χώρα της νότιας Ευρώπης, ενώ παράλληλα αξιολογείται η αποτελεσματικότητά τους. Έπειτα στο δεύτερο μισό του Κεφαλαίου 4, παρουσιάζονται οι κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις των πολιτικών αντιμετώπισης της πανδημίας. Στο Κεφάλαιο 5 και Κεφάλαιο 6 παρουσιάζονται τα δύο επιδημιολογικά μοντέλα SIR και SEIR. Συγκεκριμένα στο Κεφάλαιο 5 γίνεται θεωρητική αναφορά των δυο αυτών μοντέλων, ενώ στο Κεφάλαιο 6 πραγματοποιείται εφαρμογή και αξιολόγηση των μοντέλων σε χώρες της νότιας Ευρώπης κατά το πρώτο κύμα της πανδημίας του Covid-19. Τέλος, το Κεφάλαιο 7, αποτελεί την τελική συνοπτική αποτίμηση και το συμπέρασμα της διπλωματικής εργασίας.



## Abstract

The motivation for writing this master's thesis arose from the outbreak of the recent Covid-19 pandemic, which highlighted the need for a thorough study and analysis of the impacts of such phenomena. The analysis of data related to Covid-19 is extremely beneficial as it provides valuable insights into the severity of the pandemic and assessment of the effectiveness of containment measures, thereby contributing to the formulation of strategies aimed at protecting public health. In parallel with statistical analysis, the application of mathematical epidemiological modeling is deemed useful for predicting the evolution of pandemics, providing a clear picture of their dynamics, and ultimately contributing to their effective management.

In chapter 1, an introduction to basic epidemiological concepts is first provided, followed by an analysis of some significant pandemics that had major impacts and consequences throughout human history. In the following chapters, the analysis of data related to the Covid-19 pandemic is primarily conducted through graphs, as their use visually facilitates the reader's understanding. Chapter 2 presents overall data on the Covid-19 pandemic globally and more extensively in Southern European countries, for which the analysis continues in the subsequent chapters. Continuing in Chapter 3, an analysis of the evolution of the data is conducted. In the next Chapter 4, the response policies, such as vaccine availability and containment measures, are discussed comparatively for each Southern European country, while their effectiveness is also evaluated. In the latter part of Chapter 4, the socio-economic impacts of the pandemic response policies are presented. Chapters 5 and 6 introduce the two epidemiological models, SIR and SEIR. More specially, Chapter 5 provides a theoretical discussion of these two models, while in Chapter 6, the models are applied and evaluated in Southern European countries during the first wave of the Covid-19 pandemic. Finally, Chapter 7 provides a final summary and conclusion of the thesis.



## Περιεχόμενα

Περίληψη .....	3
Εισαγωγή .....	11
<b>Κεφάλαιο 1 - Ιστορική Αναδρομή Πανδημιών .....</b>	<b>13</b>
1.1 Εισαγωγικές Έννοιες.....	13
1.1.2 Μέτρα Νοσηρότητας.....	14
1.1.3 Διαδοχική Επιδημική Εκδήλωση.....	17
1.2 Αναφορά σε Ιστορικές Πανδημίες.....	18
1.2.1 Ο λοιμός των Αθηνών.....	18
1.2.2 Πανώλη του Ιουστινιανού.....	19
1.2.3 Μαύρη Πανώλη .....	20
1.2.4 Χολέρα .....	21
1.2.5 Ισπανική Γρίπη .....	22
1.2.6 Πανδημία Γρίπης 2009.....	23
1.2.7 Αξιοσημείωτες Ασθένειες που Εξελίχθηκαν σε Πανδημίες .....	24
1.3 Η Πανδημία του Covid-19 .....	25
<b>Κεφάλαιο 2 - Συνολικά Δεδομένα Πανδημίας COVID-19 .....</b>	<b>29</b>
2.1 Συνολικά Δεδομένα Παγκόσμιας Κλίμακας κατά τη Διάρκεια του Covid-19 .....	29
2.1.1 Συνολικά Δεδομένα Παγκοσμίως .....	29
2.1.2 Συνολικά Δεδομένα ανά Γεωγραφική Περιοχή.....	31
2.1.3 Χώρες με τα Περισσότερα Συνολικά Επιβεβαιωμένα Δεδομένα.....	39
2.2 Συνολικά Δεδομένα Χωρών της Νότιας Ευρώπης κατά τη Διάρκεια του Covid-19 ...	41
2.2.1 Συνολικά και Στατιστικά Δεδομένα.....	41
2.2.2 Απεικόνιση Δεδομένων για Χώρες της Νότιας Ευρώπης .....	52
<b>Κεφάλαιο 3 - Εξέλιξη Δεδομένων κατά τη Διάρκεια της Πανδημίας .....</b>	<b>62</b>
3.1 Δεδομένα Κρουσμάτων για τις Χώρες της Νότιας Ευρώπης κατά τη Διάρκεια του Covid-19 .....	62
3.1.1 Απεικόνιση Δεδομένων Κρουσμάτων .....	62
3.1.2 Εποχή με Περισσότερα Κρούσματα.....	69
3.1.3 Δεδομένα Κρουσμάτων ανά Ηλικιακή Ομάδα.....	73
3.1.4 Εισαγωγές σε Νοσοκομεία και Μονάδες Εντατικής Θεραπείας .....	80



3.2 Δεδομένα Θνητότητας για τις Χώρες της νότιας Ευρώπης κατά τη Διάρκεια του Covid-19 .....	82
3.2.1 Εξέλιξη Θανάτων και Ποσοστών Θνητότητας .....	82
3.2.2 Υπερβολική Θνητότητα και Επίπτωση στο Προσδόκιμο Ζωής .....	86
3.3 Βαθμός Αναπαραγωγής του Covid19.....	87
<b>Κεφάλαιο 4 - Πολιτικές Αντιμετώπισης και Επιπτώσεις της Πανδημίας.....</b>	<b>92</b>
4.1 Πολιτικές Αντιμετώπισης της Πανδημίας στις Χώρες της Νότιας Ευρώπης.....	92
4.1.1 Έκτακτα Μέτρα και Πολιτικές για τον Περιορισμό της Νόσου και την Αντιμετώπιση της Κρίσης σε Υγειονομικό και Οικονομικό Τομέα.....	92
4.1.2 Ανάλυση Εμβολιαστικών Δράσεων και Αποτελεσματικότητά τους .....	113
4.2 Κοινωνικοοικονομικός Αντίκτυπος και Επιπτώσεις της Πανδημίας και των Περιοριστικών Μέτρων στις Χώρες της νότιας Ευρώπης .....	115
<b>Κεφάλαιο 5 - Παρουσίαση των Μαθηματικών Μοντέλων SIR &amp; SEIR.....</b>	<b>123</b>
5.1 Μαθηματικό Μοντέλο SIR .....	123
5.2 Μαθηματικό Μοντέλο SEIR.....	126
<b>Κεφάλαιο 6 - Εφαρμογή των Μαθηματικών Μοντέλων SIR &amp; SEIR.....</b>	<b>130</b>
6.1 Εφαρμογή του Επιδημιολογικού Μοντέλου SIR .....	130
6.1.1 Εφαρμογή και Αξιολόγηση Μοντέλου SIR μέσω Βιβλιοθήκης covid19.analytics της R .....	130
6.1.2 Εξέλιξη του Επιδημιολογικού Μοντέλου SIR κατά το πρώτο κύμα της Πανδημίας .....	137
6.2 Εφαρμογή του Επιδημιολογικού Μοντέλου SEIR.....	141
6.2.1 Εξέλιξη του Επιδημιολογικού Μοντέλου SEIR κατά το πρώτο κύμα της Πανδημίας .....	141
6.2.2 Ανάλυση και Αξιολόγηση Μοντέλου SEIR .....	145
<b>Κεφάλαιο 7 - Σύνοψη και Συμπεράσματα .....</b>	<b>147</b>
<b>Βιβλιογραφία .....</b>	<b>149</b>
<b>Παράρτημα .....</b>	<b>154</b>
<b>Κώδικας Σχημάτων .....</b>	<b>157</b>





# Εισαγωγή

## *Πανδημίες και στατιστική ανάλυση δεδομένων*

Οι πανδημίες διαμόρφωσαν την ιστορία της ανθρωπότητας, επηρεάζοντας βαθιά τους βασικούς τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας. Από τα αρχαία χρόνια μέχρι τη σύγχρονη εποχή και την πρόσφατη πανδημία που προκάλεσε ο Covid-19, έχουν επιφέρει τεράστιες καταστροφές και έχουν αλλάξει ριζικά τον τρόπο με τον οποίο οι αρχές και η κοινωνία προσεγγίζουν τη δημόσια υγεία και την ιατρική έρευνα.

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων που σχετίζονται με μία πανδημία είναι κρίσιμη διότι, παρέχει τη δυνατότητα παρακολούθησης και καταγραφής της εξάπλωσης της πανδημίας σε πραγματικό χρόνο. Μέσω της συλλογής και επεξεργασίας μεγάλου όγκου δεδομένων, οι επιστήμονες και οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής μπορούν να αναγνωρίσουν τάσεις και μοτίβα στη μετάδοση του ιού, όπως περιοχές και εποχές με υψηλή συχνότητα κρουσμάτων αλλά και ομάδες του πληθυσμού που επηρεάζονται περισσότερο.

Επιπλέον, η στατιστική ανάλυση συμβάλει στον υπολογισμό βασικών επιδημιολογικών δεικτών, όπως ρυθμός αναπαραγωγής του ιού ( $R_0$ ), τα ποσοστά θνητότητας και νοσηλείας, οι οποίοι θα αναλυθούν στα επόμενα κεφάλαια στην περίπτωση του Covid-19. Αυτοί οι δείκτες είναι κρίσιμοι για την εκτίμηση της σοβαρότητας της πανδημίας και την πρόβλεψη της εξέλιξής της.

Με βάση τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης οι αρχές μπορούν να σχεδιάσουν και να εφαρμόσουν στοχευμένα μέτρα δημόσιας υγείας, όπως επιβολή περιορισμών, ενίσχυση του συστήματος υγείας, διανομή εμβολίων και άλλων πόρων με βέλτιστο τρόπο. Η στατιστική ανάλυση υποστηρίζει τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων, μειώνοντας το ρίσκο της αβεβαιότητας και επιτρέποντας την αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση της πανδημίας.

## *Στόχοι της εργασίας*

Στόχος της εργασίας είναι η ανάδειξη της σημαντικότητας στατιστικής ανάλυσης και της εφαρμογής μαθηματικών επιδημιολογικών μοντέλων στην πανδημία του Covid-19, ενισχύοντας την ικανότητα των κοινωνιών και των αρχών να ανταποκριθούν αποτελεσματικά σε μελλοντικές απειλές. Μέσα από τη στατιστική ανάλυση που πραγματοποιείται στην παρούσα εργασία, προσφέρονται ακριβείς και αξιόπιστες πληροφορίες που είναι απαραίτητες για την προστασία της δημόσιας υγείας και την αντιμετώπιση των προκλήσεων που ανακύπτουν. Η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των περιοριστικών μέτρων και των δράσεων εμβολιασμού κατά την πανδημία του Covid-19, ωφελεί με σκοπό την βελτίωση στρατηγικών αντιμετώπισης για μελλοντικές πανδημίες. Επιπλέον, η εφαρμογή και η αποτελεσματικότητα πρόβλεψης των επιδημιολογικών μοντέλων SIR & SEIR είναι αξιοσημείωτη και μέσω της εργασίας τονίζεται η ωφελιμότητά τους. Τα μοντέλα μπορούν να προσομοιώσουν την εξέλιξη της πανδημίας, να προβλέψουν την τάση με σκοπό να συμβάλουν στη σωστή προετοιμασία και στη λήψη καίριων αποφάσεων για την αντιμετώπισή της .

## *Μεθοδολογία*

Για το θεωρητικό μέρος της παρούσας εργασίας πραγματοποιήθηκε ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας με στόχο τη συλλογή των απαραίτητων πληροφοριών και δεδομένων. Αυτή η διαδικασία περιλάμβανε την ανάλυση του θεωρητικού πλαισίου της επιδημιολογίας, των σχετικών μελετών και καταγραφών της πανδημίας του Covid-19, καθώς και των μαθηματικών μοντέλων που παρουσιάζονται.

Η ερευνητική ανασκόπηση των δεδομένων της πανδημίας του Covid-19 πραγματοποιείται κυρίως στις χώρες της νότιας Ευρώπης. Κατά το κύριο μέρος της εργασίας πραγματοποιείται παρουσίαση και σύγκριση των δεδομένων που σχετίζονται με την εν λόγω πανδημία, ενώ εκφέρονται συμπεράσματα των δεδομένων για αυτές της χώρες. Τα δεδομένα αυτά προέρχονται από αξιόλογες πηγές βιβλιογραφίας και του διαδικτύου. Η παρουσίαση και οπτικοποίηση των δεδομένων γίνεται με διάφορα γραφήματα τα οποία δημιουργήθηκαν με τη γλώσσα προγραμματισμού R, με ελεύθερα για χρήση πακέτα και βιβλιοθήκες που η ίδια παρέχει. Στα τελευταία κεφάλαια παρουσιάζονται τα δύο επιδημιολογικά μοντέλα SIR & SEIR, των οποίων η εφαρμογή γίνεται επίσης με την γλώσσα προγραμματισμού R, με τη χρήση πακέτου 'covid19.analytics'.

# Κεφάλαιο 1

## Ιστορική Αναδρομή Πανδημιών

Στο πρώτο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας παρουσιάζονται βασικοί ορισμοί της επιδημιολογίας και ορισμένες αναφορές σε ιστορικές πανδημίες. Συγκεκριμένα στην 1<sup>η</sup> ενότητα αναλύονται οι έννοιες της ασθένειας, επιπολασμού, επίπτωσης, θνησιμότητας, θνητότητας, επιδημίας, πανδημίας. Στη 2<sup>η</sup> ενότητα γίνεται ιστορική αναφορά σε αξιοσημείωτες πανδημίες του παρελθόντος, ενώ στην 3<sup>η</sup> ενότητα παρουσιάζεται η πρόσφατη πανδημία που προκάλεσε ο Covid-19. Πραγματοποιείται αναφορά των αίτιων που προκάλεσαν την κάθε πανδημία, των συμπτωμάτων στον ανθρώπινο οργανισμό, των επιπτώσεων και συνέπειων στον πληγέντα πληθυσμό.

### 1.1 Εισαγωγικές Έννοιες

#### 1.1.1 Ασθένεια

Η ασθένεια είναι η κατάσταση ενός ζωντανού οργανισμού (όπως ο άνθρωπος) η οποία προκαλείται όταν διαταράσσεται και δυσλειτουργεί η ομοιόστασή του, δηλαδή η φυσιολογική του κατάσταση. Στην προσπάθεια του ανθρώπινου οργανισμού να καταπολεμήσει την ασθένεια και να διατηρήσει την ομοιόστασή του, εμφανίζονται συμπτώματα πόνου, κόπωσης και αδυναμίας, φλεγμονής και πυρετού.

Η Ασθένεια μπορεί να είναι αποτέλεσμα:

- Λοιμώξεων: Παθογόνοι μικροοργανισμοί όπως ιοί, βακτήρια, πρωτόζωα, μύκητες και παράσιτα μπορούν να προκαλέσουν ασθένεια.
- Γενετικών ή κληρονομικών παραγόντων: Κάποιοι οργανισμοί κληρονομούν ανωμαλίες σε DNA και RNA με αποτέλεσμα κάποιες ασθένειες να είναι πιο διαδεδομένες σε ορισμένες οικογένειες.
- Περιβαλλοντικοί παράγοντες: Παράγοντες όπως η ρύπανση του νερού και του αέρα, αλλά και έκθεση του οργανισμού σε ακτινοβολία και τοξίνες.
- Διατροφικά αίτια και τρόπος ζωής: Το κάπνισμα, οι ανθυγιεινές διατροφικές συνήθειες, η υπερβολική κατανάλωση αλκοόλ, έλλειψη ύπνου μπορούν να συμβάλουν σε εμφάνιση ασθένειας.
- Ψυχολογικοί παράγοντες: Η ψυχολογική κατάσταση, όπως η ψυχική ένταση και το στρες, μπορεί να επηρεάσει την υγεία.

Οι ασθένειες χωρίζονται σε τέσσερις βασικές κατηγορίες:

- Λοιμώδεις ασθένειες: Προκαλούνται από μικροοργανισμούς
- Ασθένειες έλλειψης: Προκύπτουν λόγω έλλειψης βασικών στοιχείων κατά τη διατροφή
- Κληρονομημένες ασθένειες: Προκαλούνται από γενετικές μεταλλάξεις ή ανωμαλίες του DNA του ατόμου.
- Φυσιολογικές ασθένειες: Προκαλούνται από ανωμαλίες στην φυσιολογική λειτουργία ή διεργασίες του σώματος.

(en.wikipedia.org)

Η επιδημιολογική τριάδα (Epidemiological triad) αναλύει την εμφάνιση μιας ασθένειας.

- Ο παράγοντας (Agent) που προκαλεί τη νόσο, μπορεί να είναι μικρόβιο, βακτήριο, ακτινοβολία, χημικές βλαβερές για τον οργανισμό ουσίες, τροφική ανεπάρκεια, κοινωνικοί παράγοντες.
- Ο οικοδεσπότης/ξενιστής (Host) είναι ο οργανισμός που φιλοξενεί την ασθένεια.
- Το περιβάλλον (Environment) στο οποίο ευδοκίμει η ασθένεια συμπεριλαμβανομένου του χρόνου επώασης και τη διάρκεια της ασθένειας. Το περιβάλλον μπορεί να είναι φυσικό, βιολογικό και κοινωνικό.

(Dr. Adebimpe)

Επιπλέον μία ασθένεια μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε μεταδοτική ή μη-μεταδοτική, μια λοιμώδη ασθένεια, για παράδειγμα, είναι μεταδοτική και μπορεί να μεταδοθεί άμεσα ή έμμεσα από άνθρωπο σε άνθρωπο.

Οι διαδικασίες μετάδοσης μιας νόσου (Transmission dynamics) ποικίλουν σε κατάποση μολυσμένων τροφών, μέσω κοπράνων, αναπνευστικά με σταγονίδια, από βλεννογόνους και δέρμα, ενδιάμεσο μεταφορέα. (Dr. Adebimpe)

### 1.1.2 Μέτρα Νοσηρότητας

#### *Επίπτωση*

Ως επίπτωση (incidence) ορίζεται η πιθανότητα να ευδοκιμήσει μία ασθένεια και την έκταση που θα λάβει πάνω σε ένα πληθυσμό σε μία χρονική περίοδο. Η τιμή της επίπτωσης και ο ρυθμός με τον οποίο αυξάνεται, καθορίζει αν μία έξαρση ασθένειας μπορεί να χαρακτηριστεί ως επιδημία.

Η αθροιστική επίπτωση (cumulative incidence), είναι ένας επιδημιολογικός όρος, που εκφράζει την πιθανότητα εμφάνισης μιας ασθένειας από ένα άτομο σε συγκεκριμένο

χρονικό διάστημα  $\Delta t$  χωρίς να την έχει εκδηλώσει ξανά στο σύντομο παρελθόν. Δίνεται από τη δεσμευμένη πιθανότητα:

$$I = P(t_0 < D < t_1 | D > t_0) = \frac{NI}{N'I}$$

όπου  $D$  ο χρόνος εμφάνισης της ασθένειας,  $NI$  το πλήθος των νέων κρουσμάτων για το διάστημα  $[t_0, t_1]$ ,  $N'I$  ο συνολικός αριθμός του πληθυσμού ο οποίος δεν έχει νοσήσει από τη συγκεκριμένη ασθένεια πριν τη χρονική στιγμή  $t_0$ . Η πιθανότητα ένα άτομο να μην προσβληθεί από τη νόσο έως τη χρονική στιγμή  $t$ , ονομάζεται ως πιθανότητα αποφυγής, και υπολογίζεται από τον τύπο  $S(t) = P(D > t)$ . (Το πλήθος επιρρεπών ανθρώπων δεν αποτελείται από τους ασθενείς και αυτούς που έχουν κάποια ανοσία στην ασθένεια.)

Επιπλέον σαν μέτρο εξάπλωσης μιας ασθένειας χρησιμοποιείται ο ρυθμός επίπτωσης (incidence rate) από τους επιδημιολόγους. Ο ρυθμός επίπτωσης λαμβάνει υπόψη και το χρόνο που διαρκεί μια ασθένεια, σε αντίθεση με την αθροιστική επίπτωση που εξαρτάται μόνο από το χρονικό διάστημα των κρουσμάτων μέσα σε αυτό. Ο ρυθμός επίπτωσης ορίζει τον αριθμό των νέων κρουσμάτων σε ένα χρονικό διάστημα προς τον αριθμό των επιρρεπών ατόμων σε ανθρωπο-χρόνο κινδύνου. Δηλαδή λαμβάνει υπόψη το χρόνο παρατήρησης και μετρά την επίπτωση ανά μονάδα χρόνου,

$$IR = \frac{NI}{T}$$

όπου  $NI$  (όπως και στην αθροιστική επίπτωση) είναι το πλήθος των νέων κρουσμάτων για το διάστημα  $[t_0, t_1]$ ,  $T$  ο συνολικός χρόνος παρακολούθησης για όλα τα άτομα του πληθυσμού στο διάστημα  $[t_0, t_1]$ . Ο παρονομαστής του ρυθμού επίπτωσης μετράει τον χρόνο παρακολούθησης, σε αντίθεση με την αθροιστική επίπτωση όπου ο παρονομαστής εκφράζει συνολικό αριθμό ατόμων του πληθυσμού.

Στην περίπτωση όπου όλα τα άτομα του πληθυσμού παρακολουθούνται για ολόκληρο το χρονικό διάστημα  $[t_0, t_1]$  τότε ο ρυθμός επίπτωσης μετασχηματίζεται ως:

$$IR = \frac{NI}{N\tau(\Delta T)}$$

με  $N\tau$  να υποδηλώνει τον πληθυσμό κατά τη χρονική στιγμή  $t_0$  και  $\Delta T$  η συνολική διάρκεια παρακολούθησης ( $t_1 - t_0$ ). (Ι. Ντζούφρας, Α.Περπέρογλου, 2009)

### **Επιπολασμός**

Η κρισιμότητα μιας επιδημίας μπορεί να αξιολογηθεί με το ποσοστό επιπολασμού. Ο επιπολασμός (prevalence) μιας ασθένειας διακρίνεται σε στιγμιαίο και περιόδου. Ως στιγμιαίος επιπολασμός ορίζεται ο λόγος του πληθυσμού που νοσεί προς το μέγεθος του συνολικού πληθυσμού κατά τη χρονική στιγμή  $t$ .



$$\text{Στιγμαίος Επίπολασμός} = \frac{\text{Αριθμός ατόμων του πληθυσμού που νοσεί την χρ. στιγμή } t}{\text{Μέγεθος του πληθυσμού κατά την στιγμή } t}$$

Ο επιπολασμός περιόδου είναι η αναλογία του αριθμού των συνολικών κρουσμάτων που έχουν σημειωθεί σε μία χρονική περίοδο προς το μέγεθος του πληθυσμού την συγκεκριμένη περίοδο .

$$\text{Επιπολασμός Περιόδου} = \frac{\text{Πλήθος συνολικών κρουσμάτων σε χρονική περίοδο}}{\text{Μέγεθος του πληθυσμού περιόδου}}$$

Ο αριθμητής του επιπολασμού περιόδου καταγράφει τόσο τα νέα κρούσματα όσο και τα υπάρχοντα στην αρχή της περιόδου, σε αντίθεση με του στιγμιαίου που λαμβάνει υπόψη τα άτομα που πάσχουν από την ασθένεια κατά τη συγκεκριμένη στιγμή. Ο επιπολασμός αντικατοπτρίζει την τρέχουσα διάδοση μίας ασθένειας σε μία κοινότητα και χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της ασθένειας σε δεδομένο χρονικό σημείο και να βοηθήσει στο σχεδιασμό, έλεγχο και διαχείριση της επιδημίας. Οι δείκτες της θνησιμότητας αποτελούν σημαντικό κριτήριο για την εκτίμηση μιας πανδημίας και την κρισιμότητα της στον υγειονομικό τομέα. (Ι. Ντζούφρας, Α.Περπέρογλου, 2009)

### **Θνησιμότητα και Θνητότητα**

Ο δείκτης θνησιμότητας (mortality) περιγράφει το ποσοστό θανάτου σε ένα δείγμα πληθυσμού. Εκφράζει το σύνολο των θανάτων που οφείλεται σε κάποια νόσο πάνω σε έναν πληθυσμό και σε ορισμένη χρονική περίοδο. Συνήθως υπολογίζεται κατά τη διάρκεια ενός έτους. Για παράδειγμα κατά το πρώτο κύμα του κορονοϊού, από το Φεβρουάριο του 2020 έως το Φεβρουάριο του 2021, η θνησιμότητα στην Ελλάδα ήταν 0,065%, δηλαδή 6500 θάνατοι σε 10.000.000 πληθυσμό. Ωστόσο εάν μια νόσος δεν έχει εξαιρετικά θανατηφόρα επίπτωση δεν είναι το κατάλληλο εργαλείο για την αξιολόγηση επικινδυνότητας.

Ένας άλλος επιδημιολογικός δείκτης που παρέχει σημαντικές πληροφορίες για τη σοβαρότητα ενός νοσήματος είναι αυτός της θνητότητας (case fatality ratio). Υπολογίζεται ως ο λόγος του αριθμού των θανάτων από το συγκεκριμένο νόσημα προς τον αριθμό των επιβεβαιωμένων κρουσμάτων, δηλαδή πόσοι πάσχοντες απεβίωσαν κατά τη χρονική περίοδο της παρατήρησης. Στο αντίστοιχο χρονικό διάστημα, Φεβρουάριος 2020 έως Φεβρουάριος 2021, καταγράφηκαν 150.000 κρούσματα και 6500 νεκροί. Η θνησιμότητα δηλαδή είχε την τιμή 4,33%. Βέβαια κατά το πρώτο κύμα της πανδημίας δεν πραγματοποιήθηκαν αρκετοί έλεγχοι για την ανίχνευση του ιού, έτσι ο παρονομαστής είναι μικρότερος από τον αναμενόμενο.

Συμπερασματικά, η αξιοπιστία των δύο αυτών δεικτών εξαρτάται σημαντικά από την εκτίμηση του πραγματικού αριθμού παθόντων, αλλά και στο ακριβές συμπέρασμα θανάτου από την ασθένεια. (Π. Ανδριόπουλος, 2023)

### 1.1.3 Διαδοχική Επιδημική Εκδήλωση

#### *Επιδημία*

Μια επιδημία (epidemic) είναι η ξαφνική έξαρση μιας ασθένειας σε μεγάλο πληθυσμό ανθρώπων, σε συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή και περιορισμένο χρονικό διάστημα. Κατά τη διάρκεια μιας επιδημίας η ασθένεια μεταδίδεται και εξαπλώνεται από άνθρωπο σε άνθρωπο σε βαθμό μεγαλύτερο του αναμενόμενου. Συνήθως, μια επίπτωση (ή ο ρυθμός επίπτωσης) που η τιμή της είναι αυξημένη ή τείνει να αυξάνεται, για μια συγκεκριμένη περιοχή και μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο, μπορεί προκαλέσει επιδημία.

Συχνά ο όρος έξαρση (outbreak) χρησιμοποιείται από τους επιδημιολόγους ως εναλλακτική έκφραση της επιδημίας. Σε μερικές περιπτώσεις οι όροι συνδυάζονται σε εκφράσεις όπως επιδημιολογική έξαρση. Η λέξη επιδημία προέρχεται από τα ελληνικά με το «επί» να σημαίνει πάνω και το «δήμος σημαίνει λαός, υπονοώντας «αυτό που δρα πάνω σε πληθυσμούς». Σχετικός όρος περιλαμβάνει την «ενδημία» (endemic) ως συνεχής παρουσία μιας ασθένειας στον πληθυσμό. (S.Green, 2002)

Η ασθένεια που προκαλεί την επιδημία μπορεί να είναι μολυσματική ή όχι, Εάν είναι μολυσματική ο ιός αποκτάει τη δυνατότητα να εξελίσσεται και μεταδίδεται πιο αποτελεσματικά. Οι επιδημίες μπορούν να ταξινομηθούν ανάλογα με τον τρόπο διασποράς σε κατηγορίες:

- Επιδημίες από κοινή πηγή, όπου οι άνθρωποι εκτίθενται σε έναν κοινό παράγοντα που προκαλεί τη μολυσματική νόσο. Σε αυτήν την περίπτωση η έκρηξη των κρουσμάτων εντοπίζεται σε ένα συγκεκριμένο τμήμα του πληθυσμού, σημείο και σε σύντομο χρονικό διάστημα. Η σημειακή επιδημία πηγής μπορεί να έχει λοιμώδη αίτια και οφείλεται προέρχεται συνήθως από το νερό ή κάποια τρόφιμο. Όμως πηγή μόλυνσης μπορεί να παραμένει ενεργή και να συνεχίζει να μολύνει εκτεθειμένα άτομα για μεγάλο χρονικό διάστημα. Ένα παράδειγμα επιδημίας συνεχούς κοινής πηγής ήταν η χολέρα, όπου η εστία πηγής εντοπίστηκε η δημόσια αντλία ύδρευσης που μολύνει μεγάλο πληθυσμό στην περιοχή Broad Street του Λονδίνου, το 1854.
- Μολυσματικές ή προοδευτικές επιδημίες, όπου δεν υπάρχει μοναδική πηγή μόλυνσης. Σε αυτή την περίπτωση η μετάδοση της νόσου μεταδίδεται είτε άμεσα με επαφή από άνθρωπο σε άνθρωπο είτε μέσω κάποιου αντικειμένου είτε μέσω ενός φορέα όπως τα κουνούπια. Για παράδειγμα ο ιός Ebola το 2014 σκότωσε χιλιάδες ανθρώπους στη δυτική Αφρική. Ο Ebola είναι μία προοδευτική επιδημία που μεταδίδεται άμεσα μέσω επαφής με σωματικά υγρά των ατόμων που έχουν μολυνθεί.
- Μικτές επιδημίες, στις οποίες περιλαμβάνονται χαρακτηριστικά τόσο κοινής πηγής όσο και προοδευτικής. Συμβαίνει όταν υπάρχει συνδυασμός αυτών των δύο παραγόντων, για παράδειγμα άτομα που έχουν μολυνθεί από μία κοινή

πηγή και αργότερα μεταδίδουν την ασθένεια μέσω άμεσης επαφής με άλλους ανθρώπους. (B. Tyson, 2023)

## ***Πανδημία***

Ως πανδημία (pandemic) ορίζεται όταν μία επιδημία μολυσματικής νόσου εξαπλώνεται σε ευρύ γεωγραφικό πλάτος, συνήθως σε παγκόσμιο επίπεδο, με αποτέλεσμα να επηρεάζει μεγάλο πληθυσμό. Άλλωστε ο όρος πανδημία προέρχεται από τις αρχαίες ελληνικές λέξεις «πας» και «δήμος» που μεταφράζονται ως όλος ο πληθυσμός, υποδηλώνοντας ότι προσβάλλει μεγάλο αριθμό ανθρώπων. Ο ορισμός της πανδημίας εστιάζει κυρίως στην επέκταση και την εξάπλωση μιας ασθένειας σε διάφορες περιοχές χωρίς να συνδέεται αποκλειστικά με το επίπεδο θνητότητά της. Μπορεί να υπάρχουν ασθένειες με υψηλή θνητότητα που δεν έχουν εξαπλωθεί σε παγκόσμια κλίμακα, ενώ αντίστροφα ασθένειες με χαμηλότερη θνητότητα που έχουν πανδημικό χαρακτήρα λόγω ευρείας διάδοσής τους. Σύμφωνα με τον παγκόσμιο οργανισμό υγείας (ΠΟΥ) η πανδημία συνδέεται ως ένα έκτακτο γεγονός κινδύνου για τη δημόσια υγεία. Η διακήρυξη μιας πανδημίας από τον ΠΟΥ υποδηλώνει την εκτεταμένη και αυξημένη εξάπλωση μιας ασθένειας που αναφέρεται ως κίνδυνος για τον παγκόσμιο πληθυσμό. (en.wikipedia.org)

## **1.2 Αναφορά σε Ιστορικές Πανδημίες**

Κατά την ανθρώπινη ιστορία έχουν σημειωθεί πολλές πανδημίες που έχουν επηρεάσει τον ανθρώπινο πληθυσμό. Παρακάτω θα αναλυθούν ορισμένες σημαντικές πανδημίες.

### **1.2.1 Ο λοιμός των Αθηνών**

Η πρώτη πανδημία που εμφανίστηκε κατά την ιστορία της ανθρωπότητας ήταν ο λοιμός των Αθηνών, που έπληξε την αρχαία Αθήνα το 430 π.Χ. Ο λοιμός των Αθηνών ξέσπασε κατά τη διάρκεια του Πελοποννησιακού πολέμου όταν η πόλη της Αθήνας βρισκόταν υπό της πολιορκία των Σπαρτιατών. Ο λοιμός τα επόμενα χρόνια εξαπλώθηκε και στην ανατολική Μεσόγειο και εμφανίστηκε ξανά στην Αθήνα την επόμενη χρονιά και το χειμώνα του 427/426 π.Χ.

- **Αίτια:** Κατά την πολιορκία που δεχόταν η Αθήνα πολλοί πολίτες είχαν συγκεντρωθεί μέσα στα τείχη της πόλης για την προστασία τους. Θεωρείται ότι ο λοιμός πρωτοεμφανίστηκε στο λιμάνι της πόλης όπου εισέρχονταν οι προμήθειες των πολιτών. Ο συνωστισμός σε συνδυασμό με τις ανεπαρκείς συνθήκες υγιεινής, την έλλειψη τροφίμων και αποδυνάμωση του ανθρώπινου ανοσοποιητικού ήταν παράγοντες που συνέβαλαν στην εκδήλωση του λοιμού. Οι αρχαίοι Έλληνες δεν είχαν την κατάλληλη ιατρική γνώση και την τεχνολογία που διαθέτουμε σήμερα,

έτσι δεν έχει εντοπιστεί με ακρίβεια το παθογόνο μικρόβιο που προκάλεσε την πανδημία του 480 π.Χ.

- **Συμπτώματα:** Σύμφωνα με τις περιγραφές των αρχαίων ιστορικών, κυρίως του Θουκυδίδη, τα αρχικά συμπτώματα περιλάμβαναν ξαφνικό πονοκέφαλο, πυρετό ερυθρότητα ματιών και δύσπνοια. Έπειτα οι ασθενείς παρουσίαζαν ισχυρό βήχα, ναυτία και εμετό. Η πλειοψηφία των νοσούντων πέθαιναν την 7<sup>η</sup> με 9<sup>η</sup> ημέρα, ενώ όσοι επιζούσαν παραπάνω είχαν εξασθενούσαν σωματικά με συμπτώματα διάρροιας. Ερευνητές από το πανεπιστήμιο της Αθήνας το 2006 ανάλυσαν οστά που ανακτήθηκαν από αρχαίο τάφο και επιβεβαίωσαν παρουσία βακτηρίου που ευθύνεται για τον τυφοειδή πυρετό.
- **Επιπτώσεις:** Η πανδημία είχε καταστροφικές επιπτώσεις στην Αθήνα. Εκτιμάται ότι περίπου το ¼ του πληθυσμού της πόλης υπέκυψε στην ασθένεια, συμπεριλαμβανόμενου του περίφημου στρατηγού Περικλή. Ήταν ένα απρόβλεπτο γεγονός που είχε ως αποτέλεσμα μία από τις μεγαλύτερες καταγεγραμμένες απώλειες ανθρώπινων ζώων στην αρχαία Ελλάδα, και συντέλεσε στην κατάρρευση της Αθηναϊκής κοινωνίας.
- **Συνέπειες:** Η πανδημία είχε σημαντικές επιπτώσεις και συνέβαλε στην εξέλιξη του πολέμου. Οι θάνατοι σε συνδυασμό με την εξασθένηση της πολιτικής δύναμης και του ηθικού πολιτών και στρατιωτών, αποδυνάμωσαν την Αθήνα με αποτέλεσμα να ηττηθεί στον πόλεμο. Εκτός από την απώλεια πληθυσμού ο λοιμός προκάλεσε και σημαντικές κοινωνικές επιπτώσεις, όπως αναταραχή και απορρύθμιση της κοινωνικής και ηθικής συνοχής. (en.wikipedia.org)

### 1.2.2 Πανώλη του Ιουστινιανού

Η πανώλη του Ιουστινιανού εκδηλώθηκε κατά τη διάρκεια τις βυζαντινής αυτοκρατορίας του Ιουστινιανού (541-549 μ.Χ.), από όπου προέρχεται και η ονομασία. Η επιδημία είχε ως πηγή την Αίγυπτο και μεταφέρθηκε σε Αυτοκρατορίες των Σασσανιδών, τη Ρωμαϊκή πλῆττοντας κυρίως την Κωνσταντινούπολη, και γενικά στη Μεσόγειο. Ήταν η πρώτη από τις τρεις μεγάλες πανδημίες πανώλης στην ιστορία.

- **Αίτια:** Σύμφωνα με έρευνες το 2013 επιβεβαιώθηκε ότι το αιτιολογικό παθογόνο βακτήριο της πανώλης του Ιουστινιανού ήταν το *Yersinia pestis*. Το *Yersinia pestis* οφείλεται για την επόμενη μεγάλη πανώλη το μαύρο θάνατο. Το βακτήριο αναπτυσσόταν στους ψύλλους που ευδοκίμοιούσαν και μόλυναν τους αρουραίους ο οποίοι με τη σειρά τους μετέδιδαν την πανώλη στους ανθρώπους. Υποστηρίζεται ότι το βακτήριο έφτασε στο λιμάνι της Κωνσταντινούπολης μέσω πλοίων που μετέφεραν σιτηρά από την Αίγυπτο, όπου η πανώλη είχε διαδοθεί.

- **Επιπτώσεις:** Η θνησιμότητα της πανδημίας τα δύο πρώτα χρόνια έφτασε τον αριθμό έως 50.000.000 αφανίζοντας το ¼ το πληθυσμού της Ανατολικής Μεσογείου. Η πόλη που επηρεάστηκε περισσότερο από κάθε άλλη ήταν η Κωνσταντινούπολη, σύμφωνα με μελέτες πέθαιναν 5000 άνθρωποι την ημέρα κατά την κορύφωση της πανώλης.
- **Συνέπειες:** Οι μελετητές Mordechai και Eisenberg υποστηρίζουν ότι παρόλο που η θνησιμότητα ήταν μεγάλη, δεν προκλήθηκε παρακμή στη δημογραφία στο σύνολο της Μεσογείου. (en.wikipedia.org)

### 1.2.3 Μαύρη Πανώλη

Ο εφιάλτης της πανώλης επέστρεψε μετά την εμφάνισή του 800 χρόνια πριν, αυτή τη φορά με την ονομασία μαύρος θάνατος ή μαύρη πανώλη. Έδρασε της χρονολογίες 1348 – 1353 και θεωρήθηκε η πιο καταστροφική και θανατηφόρα πανδημία στην ιστορία της ανθρωπότητας, εκτιμάται ότι προκάλεσε το θάνατο σε 75 με 200 εκατομμύρια ανθρώπους. Η ασθένεια πρωτοεμφανίστηκε στην Ασία και μεταφέρθηκε στη Μεσόγειο, με πιθανούς φορείς εμπόρους στο λιμάνι της Μεσσήνης.

- **Αίτια:** Η μαύρη πανούκλα πιθανόν μεταδόθηκε στους ανθρώπους από ψύλλους που αναπτύχθηκαν στους αρουραίους, οι οποίοι ήταν φορείς του βακτηρίου *Yersinia pestis*. Οι πρώτες αναφορές ξεκίνησαν το 1347 όταν γενοβέζικα εμπορικά πλοία, που μετέφεραν μολυσμένους αρουραίους, κατέφθασαν στη Σικελία. Οι εμπορικές δραστηριότητες, οι ανθυγιεινές συνθήκες και οι ελλιπείς ιατρικές γνώσεις της εποχής σε συνδυασμό με εξαιρετική μεταδοτική ικανότητα του ιού, ήταν βασικοί λόγοι που η πανδημία επηρέασε εκτεταμένες περιοχές της Ευρώπης.
- **Συμπτώματα:** Η ασθένεια εμφανιζόταν σε δύο μορφές, τη βουβωνική και την πνευμονική. Η βουβωνική μορφή είχε ως συμπτώματα πυρετό, ναυτία, σωματικούς πόνους και σε πολλούς ανθρώπους εμφάνιζε βουβωνικά σημάδια, τα οποία ήταν πρησμένα και ερυθρά διογκωμένα αποστήματα σε λαιμό και μασχάλες. Τα σημάδια αυτά προκαλούσαν οξύ πυρετό και εμετό με αίμα. Η προσβολή από βουβωνική πανώλη είχε ως συνέπεια το 80% να πεθαίνει μέσα σε οκτώ ημέρες. Η πνευμονική μορφή ήταν πιο σοβαρή περίπτωση και μεταδοτική. Περιλάμβανε αναπνευστικά προβλήματα όπως βήχα, δύσπνοια και βρογχίτιδα. Οι ασθενείς με πνευμονική μορφή μετέδιδαν τον ιό μέσω της αναπνοής με αποτέλεσμα να φτάνουν ποσοστό θνησιμότητας 90% με 95%.
- **Επιπτώσεις:** Ο ακριβής αριθμός των θυμάτων διαφέρει ανάλογα με τις πηγές, αλλά οι εκτιμήσεις κυμαίνονται από 75 έως 200 εκατομμύρια θανάτους κατά τη διάρκεια της πανδημίας. Η πανώλη έμοιαζε τρομαχτική και ολέθρια στο πέρασμά της αφού

οι γιατροί της εποχής ήταν ανήμποροι να την κατανοήσουν και να την αντιμετωπίσουν.

- **Συνέπειες:** Η εξαιρετικά υψηλή θνησιμότητα της πανώλης είχε σοβαρές κοινωνικές και οικονομικές συνέπειες, συμπεριλαμβανομένης της απώλειας εργατικού δυναμικού και της αναταραχής στην κοινωνική δομή της Ευρώπης. Πολλοί άνθρωποι μέσα στην αγανάκτησή τους ερμήνευσαν την πανώλη ως μια τιμωρία του θεού, ενώ η εκκλησία θεώρησε υπαίτιους τους Εβραίους με αποτέλεσμα να εκδιωχτούν. (en.wikipedia.org)

### 1.2.4 Χολέρα

Ακόμη μια σημαντική πανδημία που έπληξε την ανθρωπότητα κατά τον 19<sup>ο</sup> και 20<sup>ο</sup> αιώνα ήταν η χολέρα. Η πρώτη πανδημία της χολέρας ξεκίνησε στην πόλη της Καλκούτας της Ινδίας το 1817, διήρκησε μέχρι το 1824 και εξαπλώθηκε από την Κίνα έως την Μεσόγειο θάλασσα. Η πανδημία προκάλεσε το θάνατο σε εκατομμύρια ανθρώπους στην κυρίως στην επικράτεια της Ασίας. Μετά το πρώτο χτύπημα, αρκετές περιοχές του κόσμου υπήρξαν μικρές εστίες της ασθένειας και μερικές από αυτές εκδήλωσαν αρκετές πανδημίες τον 18<sup>ο</sup> και 19<sup>ο</sup> αιώνα σε Ευρώπη και σε ολόκληρη την Ασία. Η χολέρα εμφανίζεται μέχρι και σήμερα επιδημικές εστίες σε υποανάπτυκτες χώρες του πλανήτη.

- **Αίτια:** Η χολέρα είναι μια μολυσματική ασθένεια που προκαλείται από το βακτήριο *Vibrio cholerae*, το οποίο προκαλεί λοίμωξη του λεπτού εντέρου. Οι επιδημιολόγοι ισχυρίζονται ότι η πανδημία οφείλεται σε θρησκευτικές μαζώξεις στο δέλτα του ποταμού Γάγγη το 1817 όπου προσκυνητές είχαν επαφή με το μολυσμένο νερό. Τα αίτια διάδοσης της ασθένειας ήταν το μολυσμένο νερό και τροφή, που έχουν μολυνθεί από ανθρώπινα κόπρανα στα οποία ευδοκιμεί το βακτήριο.
- **Συμπτώματα:** Ένα από τα κύρια συμπτώματα που προκαλεί η χολέρα είναι ο εμετός και η ακραία υδατική διάρροια, με αποτέλεσμα οι πληγέντες να αφυδατώνονται επικίνδυνα αφού χάνουν σημαντικές ποσότητες υγρών και αλάτων σε σύντομο χρονικό διάστημα. Τα συμπτώματα αυτά εμφανίζονται αμέσως από την πρώτη μέρα εισχώρησης του βακτηρίου στον οργανισμό. Λόγω της μεγάλης έλλειψης υγρών το δέρμα ενδέχεται να αποκτήσει μπλε απόχρωση, για αυτό η χολέρα πολλές φορές αποκαλείται «μπλε θάνατος».
- **Επιπτώσεις:** Κατά την πανδημία του 1817- 1824 οι απώλειες σε μεγάλες πόλεις της Ασίας ήταν δεκάδες χιλιάδες. Μεγάλο πλήγμα από την πανδημία είχε υποστεί η Ινδία, αναφορές μιλούν για μια θνησιμότητα περίπου 11 σε 12 ανά 1000 άτομα για την περιοχή του Madras, και αυτό αντικατοπτρίζει τη σοβαρότητα της συγκεκριμένης επιδημίας για τις συνθήκες της εποχής.

- Συνέπειες: Η πανδημία της χολέρας είχε σημαντικές συνέπειες στις κοινωνικές δομές και δημιούργησε φυλετικές διακρίσεις. Οι άνθρωποι απέφευγαν την επαφή με άτομα που προέρχονταν από διαφορετικές εθνότητες ή φυλετικές ομάδες φοβούμενοι ότι μπορούν να μεταδώσουν την ασθένεια. Η προέλευση της χολέρας από την Ασία, και κυρίως την Ινδία, δημιούργησε ένα ρατσιστικό αντι-ασιατικό αίσθημα ενοχοποίησης από τη Δύση. Αυτό το αίσθηση προκατάληψης για τον ινδουιστικό πολιτισμό συντηρήθηκε μέχρι και τον 19<sup>ο</sup> αιώνα από την Ευρώπη. (en.wikipedia.org)

### 1.2.5 Ισπανική Γρίπη

Η ισπανική γρίπη του 1918 αντιπροσωπεύει μια από άλλες σοβαρότερες πανδημίες γρίπης που έχουν καταγραφεί στην ιστορία με μεγάλη θνησιμότητα. Αν και τα πρώτα κρούσματα εμφανίστηκαν σε Γαλλία, Βρετανία και ΗΠΑ το 1918, η επιδημία πήρε το όνομα ως Ισπανική γρίπη λόγω άλλης απουσίας λογοκρισίας και άλλες ελευθερίας του τύπου που την κατέστησαν πιο διαφανή, σε σχέση με άλλα κράτη που υπήρχε λογοκρισία από άλλες κυβερνήσεις εξαιτίας του Α' παγκοσμίου πολέμου. Η πανδημία προερχόταν από τον ιό A H1N1 και μεταδόθηκε από τα πτηνά στον άνθρωπο. Το 1918 ήταν η πρώτη από άλλες τρεις πανδημίες που προήλθαν από το συγκεκριμένο ιό άλλες γρίπης, οι άλλες δύο ήταν η Ρωσική γρίπη το 1977 και η πρόσφατη το 2009.

- Αίτια: Ο ιός που προκάλεσε τη γρίπη ανήκει στο τύπο (A/H1N1) και προερχόταν από τα πτηνά. Ο ιός της γρίπης έχει την ικανότητα να μεταλλάσσεται συνεχώς εμφανίζοντας νέους υπό τύπους που είναι πιο μεταδοτικοί και επιθετικοί. Η μετάλλαξη του ιού H1N1 που προκάλεσε την ισπανική γρίπη πιθανόν έπαιξε κρίσιμο ρόλο στην εξάπλωση της πανδημίας. Επιπλέον, η θεωρία της «καταιγίδας κυτοκινών» είναι μια εξήγηση για τον υψηλό αριθμό θανάτων που προκλήθηκαν από τη γρίπη του 1918. Σύμφωνα με τη θεωρία ο ιός προκάλεσε υπερβολική αντίδραση του ανοσοποιητικού συστήματος με αποτέλεσμα να τον αποδυναμώνει σημαντικά. Κατά τη διάρκεια του Α' παγκόσμιου πολέμου οι στρατιώτες ζούσαν σε συγκεντρώσεις και μετακινούνταν ομαδικά, πράγμα που δημιούργησε ιδανικές συνθήκες για την εξάπλωση της πανδημίας.
- Συμπτώματα: Η πλειονότητα των μολυσμένων εμφάνιζε συμπτώματα παρόμοια με αυτά της κοινής γρίπης όπως πονόλαιμο, πονοκέφαλο και πυρετό, κυρίως στο πρώτο κύμα. Κατά το δεύτερο κύμα της γρίπης εμφανίστηκαν περισσότερο συμπτώματα βακτηριακής πνευμονίας, που ήταν και από τις κύριες αιτίες θανάτου. Σε προχωρημένα περιστατικά θα εμφανιζόταν κυάνωση του δέρματος σε πρόσωπο, ζυγωματικά, λαιμό και χέρια. Επιπλέον παρατηρούνταν αιμορραγίες από στόμα, μύτη, οίδημα σε πνεύμονες και αισθητή δυσλειτουργία ακοής, όρασης και όσφρησης.

- **Επιπτώσεις:** Η ισπανική γρίπη εκτιμάτε ότι μόλυνε περίπου το 1/3 του παγκόσμιου πληθυσμού εκείνη την εποχή δηλαδή 500 εκατομμύρια ανθρώπους. Θεωρείται μια από τις πιο θανατηφόρες πανδημίες στην ιστορία, με μεγάλο ποσοστό θνησιμότητας σε νέους ενήλικους. Ο συνολικός αριθμός θανάτων πιθανολογείται από 27 μέχρι 50 εκατομμύρια.
- **Συνέπειες:** Αναπτύχθηκε κατά τον Α' παγκόσμιο πόλεμο και είχε επιρροή στην εξέλιξή του, καθώς τα ποσοστά θνησιμότητας διέφεραν από κράτος σε κράτος. Η ισπανική γρίπη έθεσε σε δοκιμασία τον τομέα της υγείας και την ιατρική κοινότητα, με αποτέλεσμα να εισέλθουν πολλές γυναίκες στο χώρο της νοσηλευτικής, που μέχρι πρότινος αποτελούταν από άντρες. Κάποιες χώρες όπως Ισλανδία και Αυστραλία ανταποκρίθηκαν εγκαίρως στον κίνδυνο εφαρμόζοντας καραντίνα αποφεύγοντας έτσι πολλές απώλειες. Στην Ιαπωνία καταγράφηκε η χρήση μάσκας, ενώ γενικά οι οργανισμοί κρατών κατέφευγαν σε μέτρα περιορισμών και ανάπτυξης εμβολίων. (en.wikipedia.org)

### 1.2.6 Πανδημία Γρίπης 2009

Η πανδημία της γρίπης ή αλλιώς «γρίπη των χοίρων» προκλήθηκε από τον ιό H1N1 και ανακηρύχθηκε από τον παγκόσμιο οργανισμό υγείας τον Ιούνιο του 2009. Εμφανίστηκε ως μια μετάλλαξη της γρίπης συνδυάζοντας γενετικό υλικό από τέσσερις προϋπάρχουσες μορφές του ιού. Συγκεκριμένα η γρίπη H1N1 περιείχε γενετικό υλικό από τη γρίπη των χοίρων της Β. Αμερικής, την γρίπη των πτηνών και από την κοινή γρίπη. Η πανδημία εξαπλώθηκε γρήγορα παγκοσμίως σε 254 χώρες, αλλά τελικά τέθηκε υπό έλεγχο σε ένα χρόνο μέσω εμβολιασμού και άλλων δράσεων δημόσιας υγείας.

- **Αίτια:** Το γενετικό μείγμα του μεταλλαγμένου ιού τον κατέστησε άγνωστο στο ανθρώπινο ανοσοποιητικό σύστημα με αποτέλεσμα τα υπάρχοντα εμβόλια της εποχιακής γρίπης να παρέχουν ελάχιστη προστασία απέναντί του.
- **Συμπτώματα:** Η νέα γρίπη του 2009 παρουσίαζε παρόμοια συμπτώματα με την κοινή γρίπη όπως βήχα, πονοκέφαλο, φτέρνισμα, πυρετό και σωματική κόπωση ενώ σε ελάχιστες περιπτώσεις εμφάνιζε εμετό, διάρροια και νευρολογικά προβλήματα.
- **Επιπτώσεις:** Σύμφωνα με τον παγκόσμιο οργανισμό υγείας είχαν χάσει την ζωή τους από την πανδημία 200.000 άνθρωποι παγκοσμίως κατά τη διάρκεια της πανδημίας. Οι αριθμοί αυτοί ήταν μικρότεροι από τους θανάτους που προκαλούνται από την κοινή εποχιακή γρίπη που ανέρχονται έως 500.000 σε όλο τον κόσμο ετησίως.



- **Μέτρα:** Κατά την πανδημία του 2009 οι κυβερνήσεις ανά τον κόσμο έλαβαν διάφορα μέτρα για την προστασία της δημόσιας υγείας και τον περιορισμό της εξάπλωσης του ιού. Ο ΠΟΥ δεν συνέστησε περιορισμό των ταξιδιών, παρόλα αυτά οι κυβερνήσεις έθεσαν ειδικούς κανονισμούς σε αεροπορικές εταιρείες κανονισμούς για ταξιδιώτες, ακόμη και εφαρμογή καραντίνας. Σε πολλές χώρες έκλεισαν προσωρινά τα σχολεία, επιχειρήσεις και αναβλήθηκαν εκδηλώσεις. Η χρήση της μάσκας δεν ήταν υποχρεωτική εκτός από μεμονωμένες περιπτώσεις. Αναπτύχθηκαν εμβόλια κατά της γρίπης, σε ΗΠΑ και Βρετανία για τα οποία τηρήθηκε σειρά προτεραιότητας σε εγκυμονούσες γυναίκες και παιδιά έως έξι ετών. (en.wikipedia.org)

### 1.2.7 Αξιοσημείωτες Ασθένειες που Εξελίχθηκαν σε Πανδημίες

#### *Ευλογιά*

Οι πανδημίες της Ευλογιάς έπληξαν κυρίως την Ευρώπη κατά τα τέλη του 18<sup>ου</sup> αιώνα με μεγάλα ποσοστά θνησιμότητας περίπου 400.000 θανάτους ετησίως και στα μέσα του 20<sup>ου</sup> αιώνα εκτιμάτε ότι προκάλεσε το θάνατο σε 300 έως 500 εκατομμύρια ανθρώπους. Η ευλογιά ήταν μια μολυσματική ασθένεια και προερχόταν από τα στελέχη *Variola major* και *Variola minor*. Χαρακτηριστική συνέπεια της ασθένειας ήταν η εμφάνιση εξανθημάτων και φουσκαλών με υγρό στο δέρμα. Η επιτυχημένη προσπάθεια εμβολιασμού κατά τον 20<sup>ο</sup> αιώνα είχε ως αποτέλεσμα την οριστική εξάλειψη της ευλογιάς, και αποτέλεσε σημαντικό επίτευγμα στο τομέα της δημόσιας υγείας.

#### *Ιλαρά*

Η ιλαρά ως εξαιρετικά μολυσματική ασθένεια διαδόθηκε σε όλο τον κόσμο με αποτέλεσμα τα τελευταία 150 χρόνια να έχει σκοτώσει περίπου 200 εκατομμύρια. Προέρχεται από το παραμυξοϊο του morbillivirus και προκαλεί λοίμωξη του αναπνευστικού συστήματος. Αναπτύσσει συμπτώματα πυρετού, βήχα, εξανθήματα και πνευμονία. Σε αναπτυγμένες χώρες πραγματοποιούνται εμβολιασμοί από μικρές ηλικίες για την πρόληψη κατά της ασθένειας.

#### *Φυματίωση*

Μία ακόμη επιδημία με παγκόσμια κλίμακα είναι αυτή της φυματίωσης. Είναι μολυσματική ασθένεια, προκαλείται από το μυκοβακτήριο της φυματίωσης και επηρεάζει κυρίως τους πνεύμονες. Τον 19<sup>ο</sup> και τον 20<sup>ο</sup> αιώνα προκάλεσε το θάνατο σε εκατομμύρια ανθρώπους παγκοσμίως.

#### *Ελονοσία*

Η ελονοσία είναι μία παρασιτική ασθένεια που προκαλείται από το *Plasmodium*. Προκαλεί 300-350 εκατομμύρια περιπτώσεις κάθε χρόνο και αναπτύσσεται κυρίως στις τροπικές περιοχές του πλανήτη, όπως σε περιοχές της Αφρικής, της Ασίας και της

Αμερικής. Η ασθένεια μεταδίδεται στον άνθρωπο μέσω της διανομής του παράσιτου από ένα είδος κουνουπιού *Anopheles*. Τα συμπτώματα της ελονοσίας περιλαμβάνουν πυρετό, μυαλγίες και γενική αδυναμία.

### ***HIV/AIDS***

Το AIDS θεωρείται πανδημία από τον ΠΟΥ αν και έχει τεθεί υπό έλεγχο στον κόσμο εκτός από την Αφρική. Είναι μία τρέχουσα επιδημία/πανδημία η οποία διαδραματίζεται από τα μέσα του 20<sup>ου</sup> αιώνα. Ο HIV (Human Immunodeficiency Virus), ιός της ανθρώπινης ανοσοανεπάρκειας, προκαλεί λοίμωξη του ανοσοποιητικού συστήματος. Το AIDS (Acquired Immune Deficiency Syndrome) το οποίο αποτελεί το προχωρημένη μορφή HIV, αποδιοργανώνει το ανοσοποιητικό σύστημα με αποτέλεσμα ο οργανισμός να είναι εκτεθειμένος σε λοιμώξεις. Μεταδίδεται από άνθρωπο σε άνθρωπο μέσω της σεξουαλικής επαφής, από μητέρα σε παιδί μέσω εγκυμοσύνης και σε κάποιες περιπτώσεις από βελόνες τοξικομανών. Οι επιστήμονες υποστηρίζουν ότι ο ιός HIV πιθανόν να έχει εξελιχθεί από ιό που βρέθηκε σε χιμπατζήδες και έπειτα μεταφέρθηκε στον άνθρωπο στην Αφρική. Το 1990 αναπτύχθηκε θεραπεία κατά του AIDS η οποία επιτρέπει στους μολυσμένους να έχουν μία φυσιολογική διάρκεια ζωής. (en.wikipedia.org)

## **1.3 Η Πανδημία του Covid-19**

Η πιο πρόσφατη και σημαντικότερη πανδημία της σύγχρονης ιστορίας, που είχε έντονες επιπτώσεις και συντάραξε τη δημόσια υγεία σε παγκόσμιο επίπεδο, ήταν αυτή του COVID-19. Η επιδημία προκλήθηκε από τον ιό SARS-CoV-2 και προκαλεί την οξεία αναπνευστική νόσο Covid-19. Ο νέος κορωνοϊός εμφανίστηκε στην πόλη της Ουχάν στην Κίνα και προκάλεσε τα πρώτα κρούσματα τον Δεκέμβριο του 2019. Ο παγκόσμιος οργανισμός υγείας επικήρυξε πανδημία στις 11 Μαρτίου το 2020 υπό την απειλητική εξάπλωση της ασθένειας. Η μετάδοση και η εξάπλωση του ιού παρουσιάστηκε εξαιρετικά μεταδοτική από άνθρωπο σε άνθρωπο μέσω επαφής και σταγονιδίων, ειδικά σε κλειστούς χώρους. Σύμφωνα με μελέτες ο μέσος αριθμός ατόμων που μολύνονται από έναν αρχικά μολυσμένο ασθενή, όταν δεν υπάρχει ανοσία και δεν λαμβάνεται πρόληψη, είναι 5,7. Η μεταδοτικότητα και η μη ανοσία του οργανισμού στον νέο ιό ανάγκασαν τις κυβερνήσεις ανά τον κόσμο να εφαρμόσουν πρωτόγνωρης αυστηρότητας μέτρα για την αντιμετώπιση της πανδημίας.

### ***Αίτια***

Έρευνα μέχρι και σήμερα πραγματοποιείται για την ακριβή προέλευση του ιού SARS-CoV-2 ο οποίος προκάλεσε την πανδημία. Η αγορά θαλασσινών Huanan στη Γουχάν αναφέρθηκε ως ένα από τα αρχικά μέρη που εντοπίστηκαν κρούσματα της Covid-19. Οι νυχτερίδες θεωρήθηκαν από τους επιστήμονες ως μία πιθανή πηγή του ιού, καθώς έχουν συνδεθεί τα προηγούμενα χρόνια με κορωνοϊούς τύπου SARS. Παρόλα αυτά διαπιστώθηκαν γενετικές διαφορές μεταξύ του SARS-CoV-2, έτσι πιθανολογείται ότι οι

άνθρωποι μολυνθήκαν μέσω ενός ενδιάμεσου ξενιστή. Ο ενδιάμεσος ξενιστής δεν έχει εξακριβωθεί μέχρι και σήμερα, αν και κάποιες μελέτες το 2020 εστίαζαν στους παγκολίνους. Κάποιες ανακριβείς και μη αποδεδειγμένες αναφορές συνωμοσιολογικού χαρακτήρα υποστηρίζουν ότι ο ιός έχει βιομηχανική προέλευση. (who.int)

### ***Συμπτώματα***

Τα συμπτώματα της Covid 19 μπορεί να ποικίλλουν από άτομο σε άτομο και κατηγοριοποιούνται σε:

- Συστημικά: Πονοκέφαλος, πυρετός και υψηλή θερμοκρασία, σωματική κόπωση, πόνοι στους μύες
- Αναπνευστικά: Επίμονος βήχας, δύσπνοια με πόνους στο στήθος, ενώ σε προχωρημένο στάδιο παρουσιάζεται επιδεινούμενη δύσπνοια και λοίμωξη του αναπνευστικού συστήματος. Μια από τις πιο σοβαρές και απειλητικές για την ζωή εξελίξεις της νόσου είναι το σύνδρομο οξείας αναπνευστικής δυσχέρειας, σε αυτή την περίπτωση η εισαγωγή σε μονάδα εντατικής θεραπείας κρίνεται απαραίτητη.
- Οφθαλμών – μύτης – λαιμού: Πονόλαιμος, καταρροή, απώλεια γεύσης και όσφρησης, σε ελάχιστες περιπτώσεις παρατηρείται φωτοφοβία ή φλεγμονή του πολτικού χιτώνα.
- Γαστρεντερικά: Λοίμωξη γαστρεντερικού συστήματος, διάρροια, ναυτία, εμετός.

(cdc.gov, 2024)

Τα συμπτώματα εμφανίζονται κατά μέσο όρο 5-6 ημέρες μετά τη πρόσληψη του ιού από τον οργανισμό, και η διάρκεια έχει εύρος από 2 μέχρι και 14 ημέρες. Στατιστικά έρευνας από το Γουχάν της Κίνας έδειξαν ότι σε επιβεβαιωμένες περιπτώσεις πυρετό εμφάνιζε το 83%, ξηρό βήχα 82%, δύσπνοια 31%, σύγχυση 9%, μυαλγία - αρθραλγία 11%, πονοκέφαλος 8%, πονόλαιμος 5%, ρίγος 11.4%, διάρροια 2%, ναυτία και εμετό 1%.

Άλλη μελέτη από το Κινέζικο Κέντρο Ελέγχου και Πρόληψης (CCDC) αναφέρει ότι σε δείγμα πληθυσμού άνω των 70.000, το 80.9% των μολύνσεων είναι ήπιες με ανάρρωση στο σπίτι. Το 13.8% των περιπτώσεων είναι σοβαρές, με ανάπτυξη σοβαρών νοσημάτων, πνευμονίας και δύσπνοιας. Ακόμη πιο κρίσιμες περιπτώσεις αποτελούν το 4.7%, όπου οι ασθενείς αντιμετωπίζουν αναπνευστική ή πολυοργανική ανεπάρκεια. Ενώ το 2% του πληθυσμού απεβίωσε από τον ιό. Αξιοσημείωτο γεγονός παρατηρήθηκε ότι ο πληθυσμός ο οποίος απεβίωσε αποτελούταν από μεγάλο ποσοστό ηλικιωμένων. (worldometers.info, 2024)

### ***Long Covid***

Ο όρος Long Covid επινοήθηκε τον Απρίλιο του 2020 καθώς μελέτες έδειξαν ότι άτομα που είχαν αναρρώσει από την αρχική φάση του SARS-CoV-2 εξακολουθούσαν να αντιμετωπίζουν παρατεταμένα συμπτώματα μετά από μεγάλο χρονικό διάστημα. Έπειτα από μελέτες παρατηρήθηκε ότι η ανάρρωση από τον ιό SARS-CoV-2 μπορεί να διαφέρει

από άτομο σε άτομο. Στην πλειοψηφία τα συμπτώματα μετά από την ασθένεια εξαλείφονται πλήρως, υπάρχουν όμως και περιπτώσεις όπου συμπτώματα επιμένουν ακόμη και μήνες μετά την αρχική πρόσληψη του ιού από τον οργανισμό. Μέχρι τον Αύγουστο του 2022 παρατηρήθηκαν περίπου 200 διαφορετικά συμπτώματα του Long Covid που προσβάλλουν σχεδόν κάθε σύστημα οργάνων. Ο Long Covid μπορεί να εξελεγχθεί σε μία χρόνια ασθένεια, σύμφωνα με το National Research μελέτες του CDC έδειξαν ότι ένας στους πέντε ενήλικες ηλικίας από 18 έως 65 ετών που προσβλήθηκαν από τον Covid-19 παρουσίασαν μακροχρόνια συμπτώματα, ενώ ένας στους τέσσερες ηλικίας άνω των 65 είχαν την ίδια επίπτωση. Τα ακριβή αίτια του Long Covid ερευνώνται από τους επιστήμονες χωρίς να έχει εφευρεθεί ακόμη κάποια θεραπεία. (covid.gov, 2022)

Μελέτη που διεξήχθη στο Ηνωμένο Βασίλειο έως τις 5 Μαρτίου το 2023, έδειξε σημαντικά συμπεράσματα για τον Long Covid σε ένα μεγάλο δείγμα, το 2,9% του πληθυσμού της χώρας. Συγκεκριμένα, 1.9 εκατομμύρια πολίτες ισχυρίστηκαν ότι βίωναν εμπειρία Long Covid. Από αυτούς περίπου το 92% ανέφερε ότι είχε νοσήσει επιβεβαιωμένα, είτε πιθανόν να είχε νοσήσει τους προηγούμενους 3 μήνες. Περίπου το 69% του δείγματος υποστήριζε ότι παρουσίαζε συμπτώματα Long Covid για ένα χρόνο, ενώ το 41% του δείγματος για δύο χρόνια. Τα συμπτώματα των ατόμων που ανέφεραν την εμπειρία αυτή, σωματική κόπωση εμφάνισε το 72%, δυσκολία συγκέντρωσης το 51%, μυϊκούς πόνους το 49% και δύσπνοια το 48%. Όσο αναφορά τις καθημερινές δραστηριότητες των ατόμων του δείγματος, επηρεάστηκαν αρνητικά κατά το 79%, ενώ το 20% ανέφερε ότι τις περιόρισε σημαντικά. (ons.gov, 2023)

Σύμφωνα με το Centers for Disease Control and Prevention (CDC), τα μακροπρόθεσμα συμπτώματα μπορεί να περιλαμβάνουν:

- Γενικά συμπτώματα, όπως σωματική εξάντληση κατά την καθημερινότητα, αδιαθεσία μετά από άσκηση, πυρετός, πόνος στις αρθρώσεις.
- Αναπνευστικά και καρδιακά, όπως δύσπνοια και δυσκολίες στην αναπνοή, πόνος στο στήθος, βήχας, ταχυκαρδίες.
- Νευρολογικά, όπως δυσκολία στη σκέψη και στη συγκέντρωση, προβλήματα ύπνου, απώλεια όσφρησης και γεύσης, κατάθλιψη ή άγχος.
- Πεπτικά, όπως διάρροια και στομαχικός πόνος.

(cdc.gov, 2024)

### ***Επιπτώσεις***

Οι επιπτώσεις της πανδημίας ήταν παγκόσμιας κλίμακας, σύμφωνα με τον παγκόσμιο οργανισμό υγείας (WHO) μέχρι τον Οκτώβριο του 2023 έχουν καταγραφεί 771.191.200 επιβεβαιωμένα κρούσματα συμπεριλαμβανομένων 6.961.000 θανάτων από την ασθένεια της Covid 19 παγκοσμίως. Τα περισσότερα κρούσματα παρατηρήθηκαν τον Ιανουάριο του 2021 όπου καταγράφηκαν 23 εκατομμύρια, και το Δεκέμβριο του 2022 φτάνοντας τα 44 εκατομμύρια σε όλο τον πλανήτη. Αντίστοιχα οι μήνες όπου η πανδημία παρουσίασε μεγαλύτερη θνησιμότητα ήταν τον Ιανουάριο του 2021 φτάνοντας τους 103 χιλιάδες

θανάτους, τον Απρίλιο και τον Αύγουστο του ίδιου έτους με 96 και 71 αντίστοιχα, και το Φεβρουάριο του 2022 με 76 χιλιάδες. (who.int)

Οι άνθρωποι με υψηλότερο κίνδυνο για σοβαρή νόσο και θάνατο από Covid 19 είναι κυρίως οι ηλικιωμένοι, ηλικίας άνω των 65 ετών, και αυτοί που αντιμετωπίζουν ήδη προβλήματα υγείας όπως διαβήτης, καρδιολογικές ή νευρολογικές παθήσεις, χρόνια νεφρική ή ηπατική νόσο, αναπνευστικά νοσήματα, κυστική ίνωση και καρκίνο. (cdc.gov, 2024)

Αντιθέτως σε νεαρές ηλικίες κάτω των 18 η νόσος αντιμετωπίζεται ήπια από τον οργανισμό. Κλινικά στατιστικά από 339 νοσηλευόμενα παιδιά, στο Ταιβάν τον Ιούλιο του 2022, έδειξαν τα εξής: πυρετός σημειώθηκε στο 94.1% με μέση διάρκεια 2-3 μέρες, μόλις το 6.5% αποτέλεσαν πιο σοβαρές περιπτώσεις, και το 2.9% με νευρικά και εγκεφαλικά προβλήματα. (S. Huang et al, 2023)

### ***Συνέπειες***

Η πανδημία του Covid 19 είχε εκτεταμένες και πολλαπλές συνέπειες επηρεάζοντας τομείς της υγείας, κοινωνίας, οικονομίας, επιστήμης, εκπαίδευσης, ψυχολογίας, έρευνας και επιστήμης. Μερικά χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι: υπερφόρτωση συστήματος υγείας, μείωση κοινωνικών επαφών και απομόνωση, οικονομική αβεβαιότητα, πτώση του ΑΕΠ σε πολλές χώρες και οικονομική κρίση, αυξημένα περιστατικά στρες και κατάθλιψης, περιορισμοί ταξιδιών, αναστάτωση στον τομέα της εκπαίδευσης, συνεργασία παγκόσμιας επιστημονικής κοινότητας για την ανάπτυξη πρόληψης, διάγνωσης και εμβολίων. Οι συνέπειες της πανδημίας αναλύονται εκτενέστερα στον Κεφάλαιο 4.

### ***Μέτρα Αντιμετώπισης***

Οι κυβερνήσεις σε συνδυασμό με τους θεσμούς υγείας ανά τον κόσμο κατά τη διάρκεια της πανδημίας έθεσαν διάφορα κοινωνικά μέτρα, κανόνες και οδηγίες για την πρόληψη και τον περιορισμό της εξάπλωσης του Covid 19. Τα μέτρα και η αυστηρότητά τους διαφέρουν από χώρα σε χώρα, ενώ σε κάποιες περιοχές τηρούνται μέχρι και σήμερα (4 έτη μετά την εμφάνιση της πανδημίας), για παράδειγμα στην Κίνα. Κάποια από αυτά τα μέτρα ήταν χρήση μάσκας, προσαρμογή ή κλείσιμο σχολείων, επιχειρήσεων, περιορισμοί σε εκδηλώσεις, συγκεντρώσεις, μετακινήσεις και διεθνή ταξίδια. Από τον τομέα της υγείας αναπτύχθηκαν και εγκρίθηκαν αρκετά εμβόλια για την πρόληψη. Για υποψίες μόλυνσης δόθηκαν οδηγίες απομόνωσης, ενώ κατά περιόδους και ανά περιοχές σε περιπτώσεις κρουσμάτων η τήρηση πολυήμερης καραντίνας ήταν υποχρεωτική. (who.int)

Στο Κεφάλαιο 4 αναφέρονται αναλυτικά οι πολιτικές αντιμετώπισης και τα μέτρα περιορισμού που έθεσαν οι αρχές στις χώρες της νότιας Ευρώπης.

## Κεφάλαιο 2

### Συνολικά Δεδομένα Πανδημίας COVID-19

Σε αυτό το κεφάλαιο αναφέρονται συνολικά δεδομένα της πανδημίας του Covid-19 παγκοσμίως από την αρχή της πανδημίας μέχρι και τα τέλη του 2023. Παρουσιάζονται συνολικά δεδομένα κρουσμάτων/θανάτων ανά γεωγραφική περιοχή. Έως το πρώτο μισό της 2<sup>ης</sup> ενότητας γίνεται ενημερωτική αναφορά των συνολικών δεδομένων. Ουσιαστικά η σημαντική στατιστική ανάλυση της παρούσας εργασίας ξεκινάει από το δεύτερο μισό της 2<sup>ης</sup> ενότητας, όπου πραγματοποιείται ανάλυση και σύγκριση συνολικών, αναλογικών και συνδυαστικών δεδομένων κρουσμάτων, θανάτων και εμβολιασμών για τις χώρες της νοτιοανατολικής Ευρώπης.

#### 2.1 Συνολικά Δεδομένα Παγκόσμιας Κλίμακας κατά τη Διάρκεια του Covid-19

Τα δεδομένα που αναλύονται σε αυτήν την ενότητα προέρχονται από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (World Health Organization) και ισχύουν από την εμφάνιση της πανδημίας μέχρι τις 8 Νοεμβρίου, 2023 6:15pm. Η επίσημη ιστοσελίδα (WHO) επισημαίνει ότι ενδέχεται να υπάρχουν μικρές διαφορές μεταξύ πηγών, όπως ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας και εθνικές αρχές, λόγω διαφορετικών κριτηρίων συμπερίληψης και χρόνων αποκοπής των δεδομένων. Επιπλέον αναφέρει πως παρά τις προσπάθειες για ακρίβεια, τα δεδομένα υπόκεινται σε συνεχή επαλήθευση και αλλαγές. Παράγοντες όπως η ανίχνευση περιπτώσεων, οι ορισμοί, η εργαστηριακή εξέταση και οι στρατηγικές αναφοράς μπορούν να επηρεάσουν τα στοιχεία.

##### 2.1.1 Συνολικά Δεδομένα Παγκοσμίως

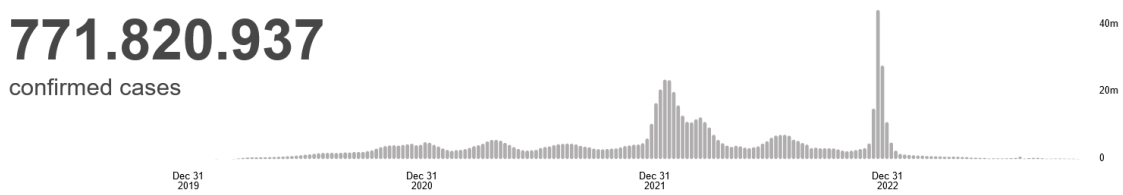
Σύμφωνα με τον WHO, από Δεκέμβριο του 2019 όταν έκανε την εμφάνισή του ο ιός SARS-CoV-2 μέχρι τις 8 Νοεμβρίου του 2023 έχουν καταγραφεί 771.820.937 επιβεβαιωμένα κρούσματα και 6.978.175 θάνατοι παγκοσμίως. Μέχρι της 4 Νοεμβρίου του 2023 έχουν χορηγηθεί συνολικά 13.534.474.309 δόσεις εμβολιασμού.

Το Σχήμα 2.1 περιέχεται στην ιστοσελίδα της WHO και παρουσιάζει μια εικόνα με τα επιβεβαιωμένα κρούσματα και τους θανάτους ανά εβδομάδα για το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Από την αρχή της πανδημίας τα περισσότερα κρούσματα σημειώθηκαν την εβδομάδα ανάμεσα στις ημερομηνίες 12 έως 19 Δεκεμβρίου του 2022, έφτασαν τον αριθμό 44.236.227 με αύξηση κατά 195.35% σε σχέση με την προηγούμενη εβδομάδα όπου ήταν 14.977.515.

## Global Situation

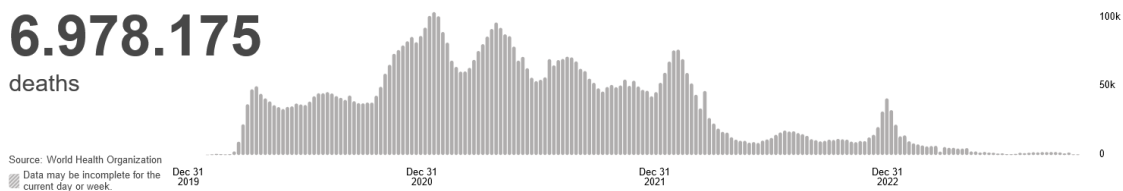
**771.820.937**

confirmed cases



**6.978.175**

deaths



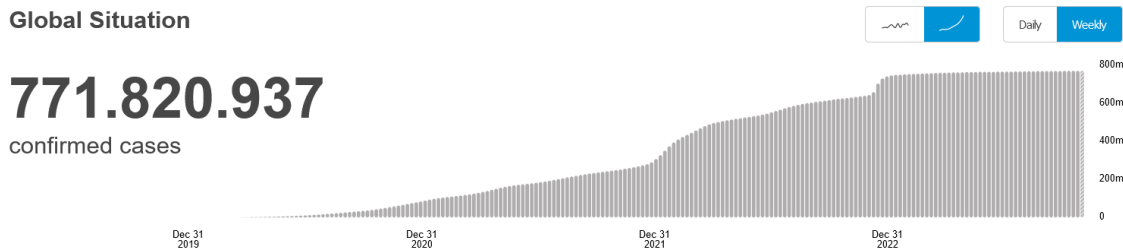
Source: World Health Organization  
Data may be incomplete for the current day or week.

Σχήμα 2.1: Επιβεβαιωμένα νέα κρούσματα/θάνατοι παγκοσμίως (www.who.int)

## Global Situation

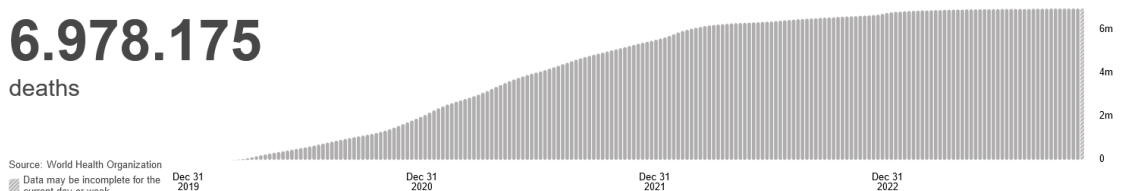
**771.820.937**

confirmed cases



**6.978.175**

deaths



Source: World Health Organization  
Data may be incomplete for the current day or week.

2.2: Επιβεβαιωμένα αθροιστικά κρούσματα/θάνατοι παγκοσμίως (www.who.int)

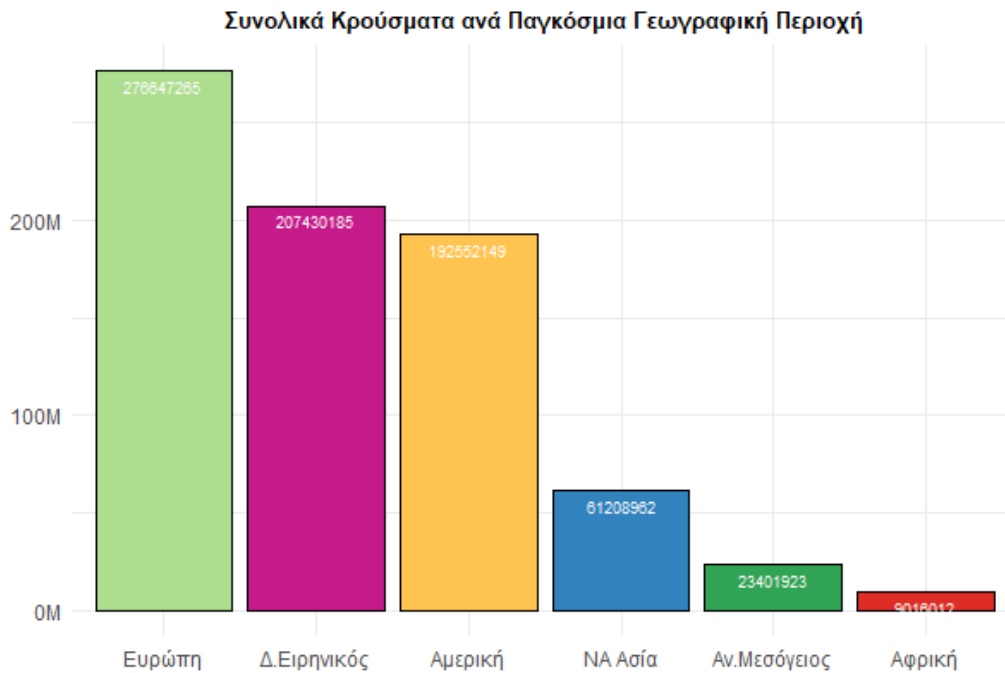
Το Σχήμα 2.2, περιέχεται στην ιστοσελίδα της WHO, αποτελεί το αντίστοιχο αθροιστικό σχεδιάγραμμα ανά εβδομάδα. Το μέγιστο στις ανθρώπινες απώλειες ήταν στην εβδομάδα πριν τις 18 Ιανουαρίου του 2021 με 103.719 θανάτους.

### 2.1.2 Συνολικά Δεδομένα ανά Γεωγραφική Περιοχή

Ο παγκόσμιος οργανισμός υγείας (ΠΟΥ) έχει διαμερίσει τον πληθυσμό παγκοσμίως στις γεωγραφικές περιοχές που αναφέρονται στην παρούσα υποενότητα. Ο συγκεκριμένος διαχωρισμός οφείλεται στο γεγονός ότι ο ΠΟΥ διαθέτει έξι περιφερειακά κέντρα, τα οποία λειτουργούν ως αυτόνομες μονάδες για αποτελεσματικότερη προσαρμογή δράσεων στις ανάγκες των χώρων μελών. Σε αυτές τις επικράτειες ο ΠΟΥ έχει συλλέξει συγκεντρωτικά δεδομένα της πανδημίας. (who.int)

Όλα τα σχεδιαγράμματα από εδώ και στο εξής, τα οποία εμφανίζονται στη διπλωματική εργασία έχουν δημιουργηθεί με τη χρήση γλώσσας προγραμματισμού R<sup>1</sup>. Τα σχήματα προσφέρουν μια σαφή εικόνα εξέλιξης των δεδομένων και χρησιμεύουν ως ένα εργαλείο προφανής απόδειξης των αποτελεσμάτων και συμπερασμάτων.

#### *Συνολικά καταγεγραμμένα περιστατικά ανά παγκόσμια γεωγραφική περιοχή*

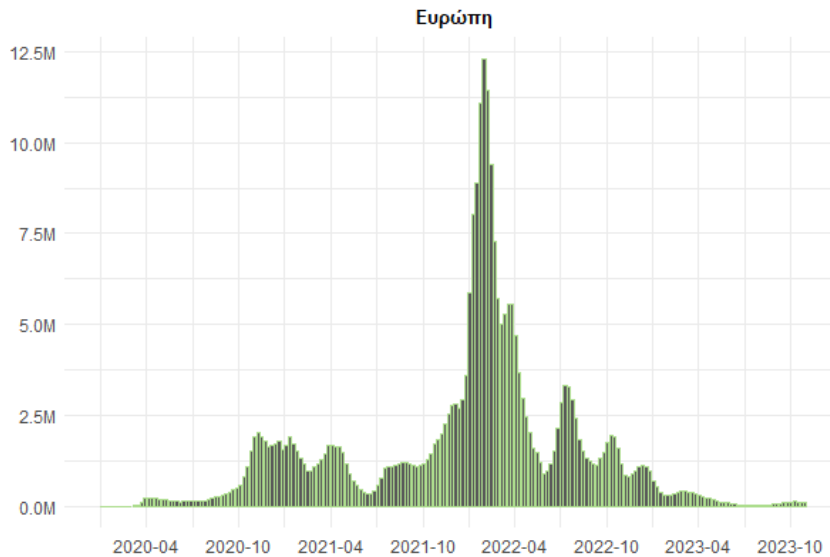


Σχήμα 2.3: Συνολικά κρούσματα ανά γεωγραφική περιοχή

<sup>1</sup> Ο κώδικας γλώσσας προγραμματισμού R παρουσιάζεται στην ενότητα Κώδικας Σχημάτων

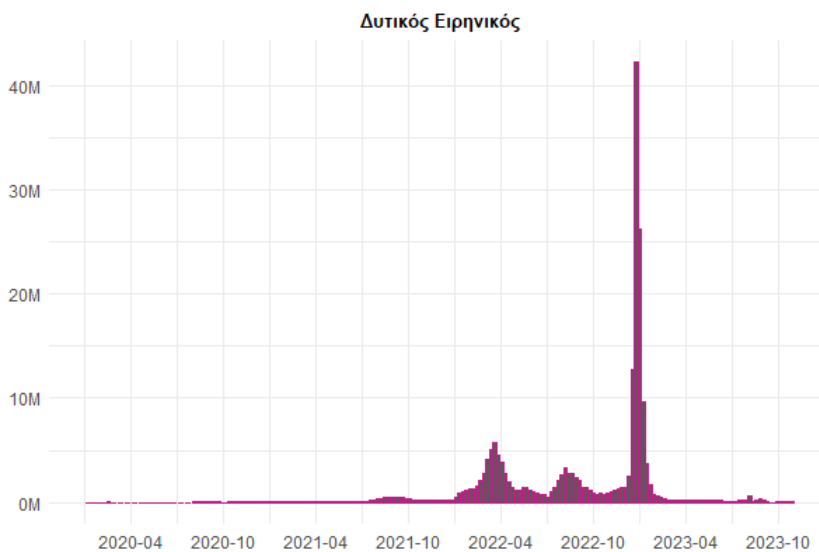


**Ευρώπη:** Συνολικά κρούσματα 276.647.265. Η περίοδος με τη μεγαλύτερη έξαρση κρουσμάτων στην Ευρώπη, ήταν από 20 Δεκεμβρίου του 2021 έως 28 Μαρτίου του 2022 με τη μέγιστη τιμή να παρουσιάζεται την εβδομάδα ανάμεσα στις 17-24 Ιανουαρίου του 2022 με 12.307.188 κρούσματα.



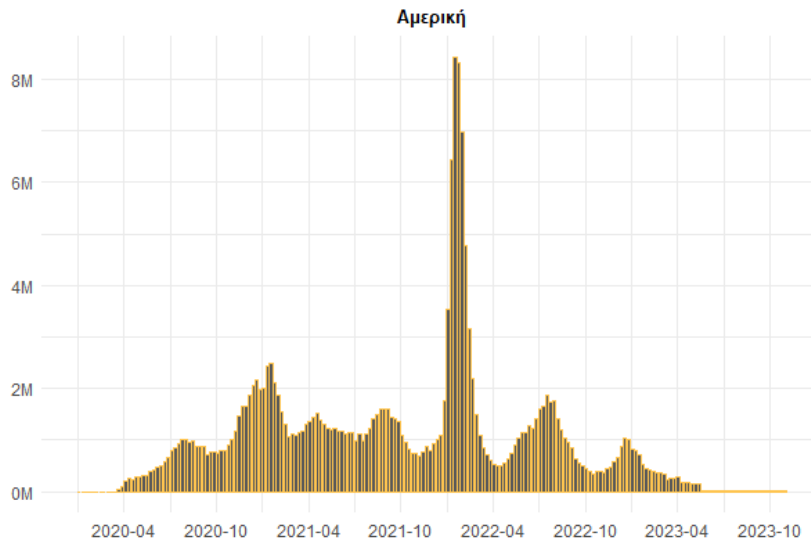
Σχήμα 2.4: Συνολικά κρούσματα σε Ευρώπη

**Δυτικός Ειρηνικός:** Συνολικά κρούσματα 207.430.185. Κατά τη διάρκεια την πανδημίας στην περιοχή του Δυτικού Ειρηνικού τα συνολικά κρούσματα δεν ξεπερνούσαν το όριο των 5 εκατομμυρίων. Η κατάσταση στην επικράτεια «ξέφυγε» στις 12-19 Δεκεμβρίου 2022 και εκτοξεύθηκε κατά 222.93%, σε σχέση με την προηγούμενη εβδομάδα, φτάνοντας τα 42.225.968 επιβεβαιωμένα κρούσματα.



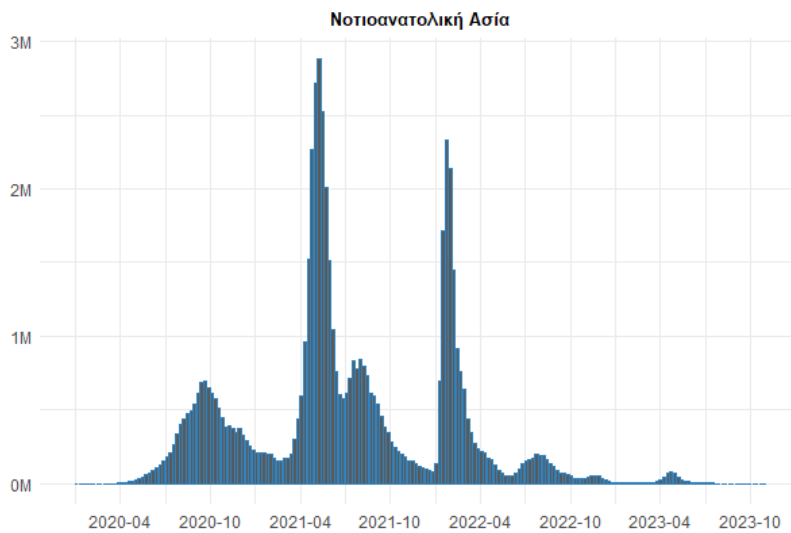
Σχήμα 2.5: Συνολικά κρούσματα σε Δυτικό Ειρηνικό

**Αμερική:** Συνολικά κρούσματα 192.552.149. Το χρονικό διάστημα με τα περισσότερα κρούσματα στην Αμερική ήταν μεταξύ 27 Δεκεμβρίου του 2021 έως 7 Φεβρουαρίου του 2022 με το μέγιστο, 8.462.254, να σημειώνεται στις 3-10 Ιανουαρίου 2022.



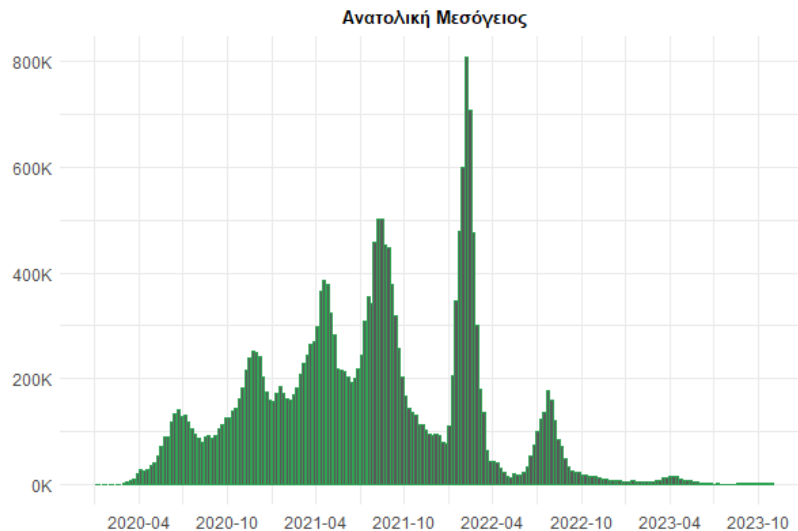
Σχήμα 2.6: Συνολικά κρούσματα σε Αμερική

**Νοτιοανατολική Ασία:** Συνολικά κρούσματα 61.208.962. Στην επικράτεια της νοτιοανατολικής Ασίας υπήρξαν δύο κύματα όπου παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση των κρουσμάτων σε σχέση με την κατανομή κατά τη διάρκεια της πανδημίας. Το πρώτο ήταν από 5 Απριλίου του 2021 έως 31 Μαΐου του 2021 με μέγιστη τιμή 2.880.197 κρούσματα στις 26 Απριλίου με 3 Μαΐου. Το δεύτερο κύμα παρατηρήθηκε το μήνα του Ιανουαρίου του 2022 με μέγιστο 2.327.997.



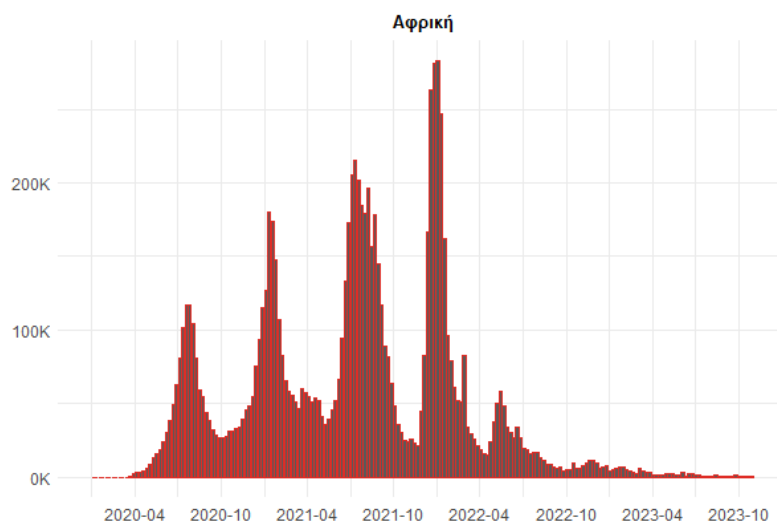
Σχήμα 2.7: Συνολικά κρούσματα σε Νοτιοανατολική Ασία

**Ανατολική Μεσόγειος:** Συνολικά κρούσματα 23.401.923. Η περίοδος με το μεγαλύτερο αριθμό κρουσμάτων ήταν από 17 Ιανουαρίου του 2022 έως 14 Φεβρουαρίου του 2022 με το μέγιστο 808.300 να έρχεται την εβδομάδα στις 24-31 Ιανουαρίου. Έπειτα κάποιες χαμηλότερες εξάρσεις παρατηρούνται στους μήνες Απρίλιο και Αύγουστο του 2021 με το μέγιστο να μην ξεπερνούν τις τιμές 387.000 και 503.000 αντίστοιχα.



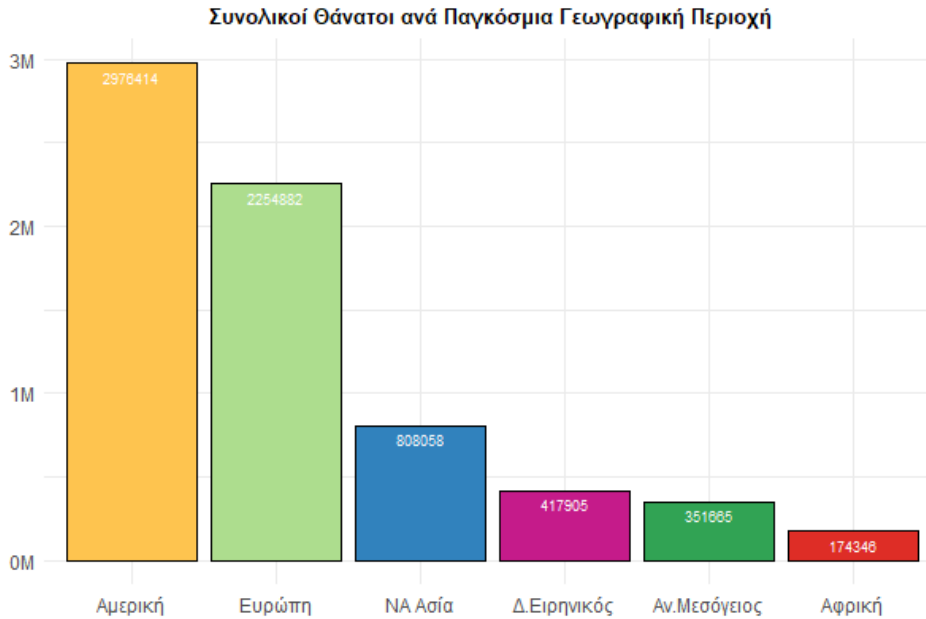
Σχήμα 2.8: Συνολικά κρούσματα σε Ανατολική Μεσόγειο

**Αφρική:** Συνολικά επιβεβαιωμένα κρούσματα 9.016.012. Στην Αφρική φαίνεται ότι οι εξάρσεις του Covid-19 παρατηρούνται τους μήνες Ιούλιο 2020, Ιανουάριο 2021, Ιούλιο 2021 με μεγαλύτερη το Δεκέμβριο του 2021, όπου συγκεκριμένα την εβδομάδα μεταξύ των ημερομηνιών 20-27 έφτασαν τα 288.277 επιβεβαιωμένα κρούσματα.



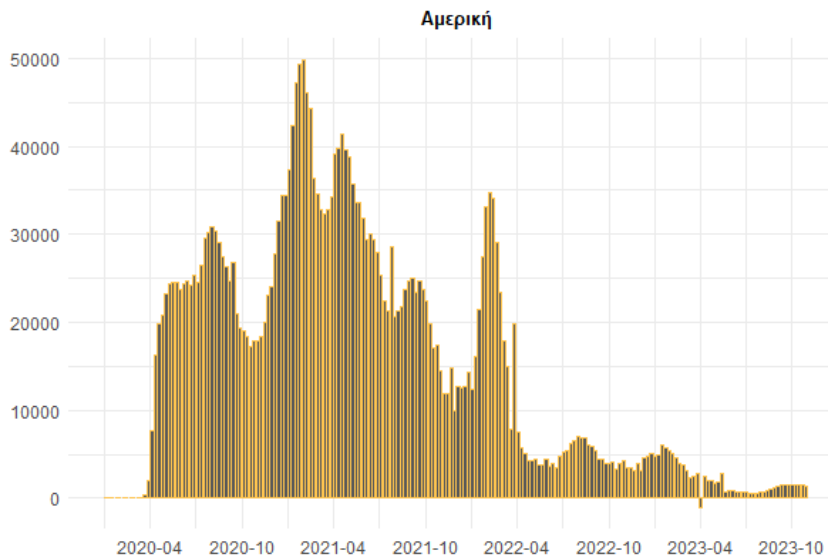
Σχήμα 2.9: Συνολικά κρούσματα σε Αφρική

### Συνολικοί καταγεγραμμένοι θάνατοι ανά παγκόσμια γεωγραφική περιοχή



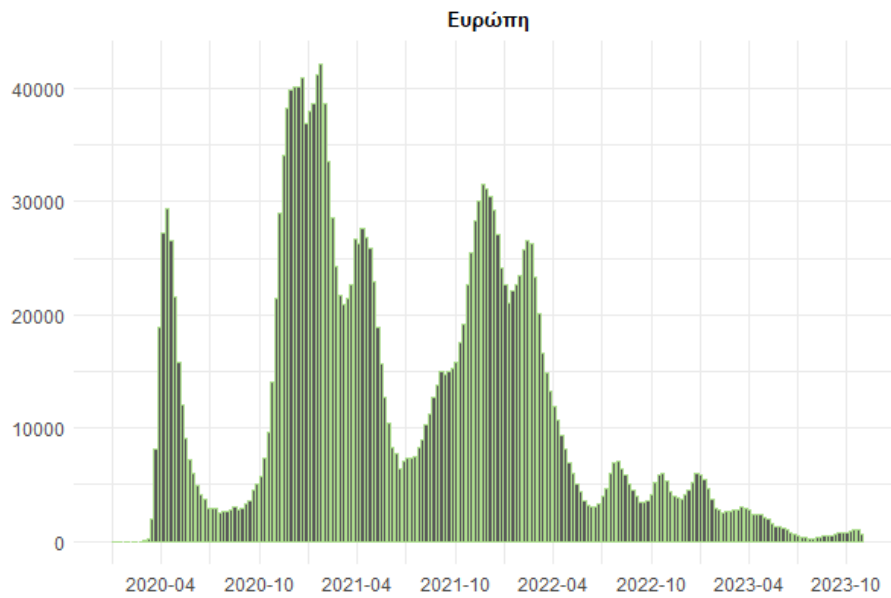
Σχήμα 2.10: Συνολικοί θάνατοι ανά γεωγραφική περιοχή

**Αμερική:** Συνολικοί θάνατοι 2.971.010. Οι περισσότερες απώλειες σημειώθηκαν το διάστημα 4 Ιανουαρίου έως 8 Φεβρουαρίου του 2021 και την εβδομάδα 18-28 Ιανουαρίου οι θάνατοι έφτασαν τη μέγιστη τιμή 49.799.



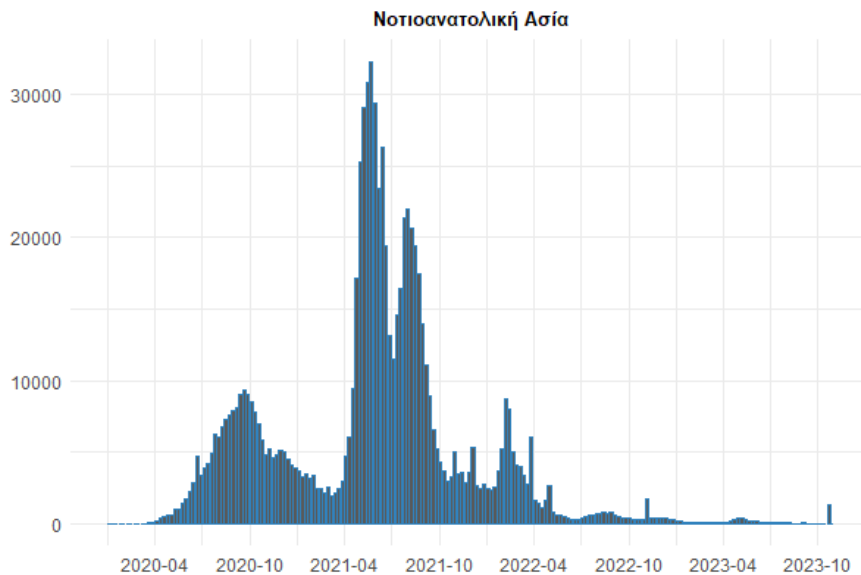
Σχήμα 2.11: Συνολικοί θάνατοι σε Αμερική

**Ευρώπη:** Συνολικοί θάνατοι 2.254.135. Στην Ευρώπη το διάστημα 9 Νοεμβρίου 2020 έως 1 Φεβρουαρίου 2021 ήταν το πιο θανατηφόρο συγκεκριμένα 11-18 Ιανουαρίου σημειώθηκαν 42.130 θάνατοι.



Σχήμα 2.12: Συνολικοί θάνατοι σε Ευρώπη

**Νοτιοανατολική Ασία:** Συνολικοί θάνατοι κρούσματα 808.060. Το διάστημα 26 Απριλίου έως 7 Ιουνίου το 2021 παρατηρήθηκαν οι μεγαλύτερες τιμές θνησιμότητας, με μέγιστο την εβδομάδα στις 10-17 Μαΐου με 32.263 θανάτους.

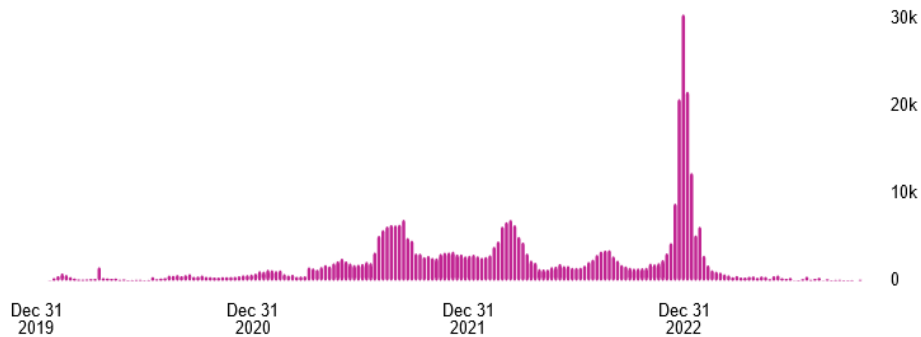


Σχήμα 2.13: Συνολικοί θάνατοι σε Νοτιοανατολική Ασία

**Δυτικός Ειρηνικός:** Συνολικοί θάνατοι 417.788. Το μέγιστο παρατηρείται στις 26 Δεκεμβρίου 2022 με 2 Ιανουαρίου του 2023 με 30.516 θανάτους, 9.703 περισσότερους από την προηγούμενη εβδομάδα.

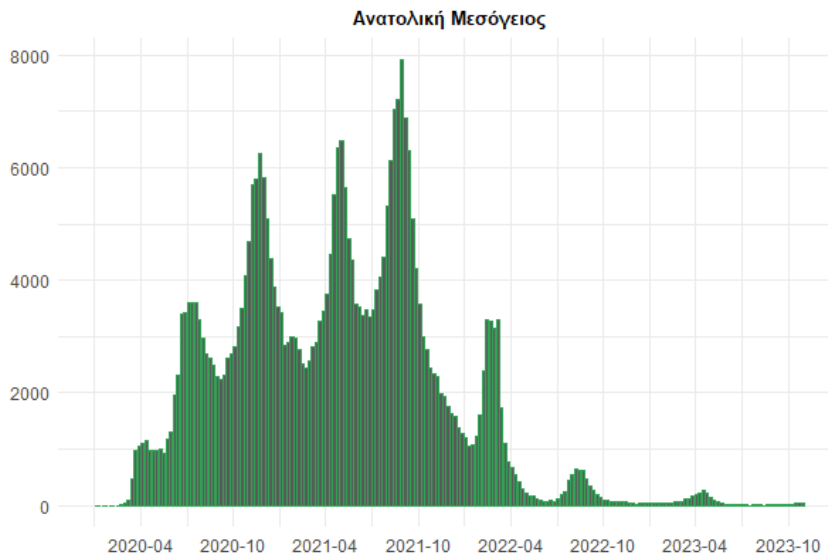
### Western Pacific

**417.788**  
deaths



Σχήμα 2.14: Συνολικοί θάνατοι σε Δυτικό Ειρηνικό (πηγή εικόνας WHO<sup>2</sup>)

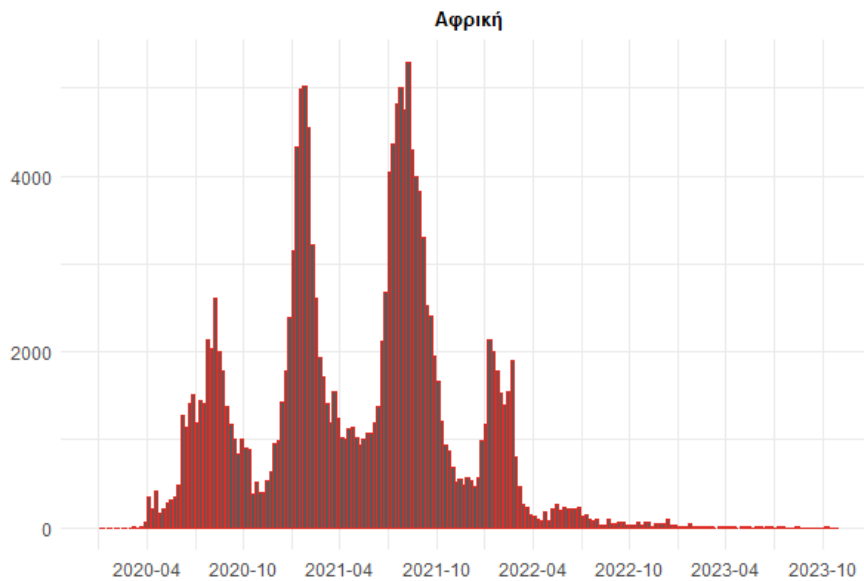
**Ανατολική Μεσόγειος:** Συνολικοί θάνατοι 351.721. Τον Αύγουστο του 2021 παρατηρήθηκαν οι μεγαλύτερες τιμές θνησιμότητας με μέγιστη τιμή ανά εβδομάδα 7.910.



Σχήμα 2.15: Συνολικοί θάνατοι σε Ανατολική Μεσόγειο

<sup>2</sup> Στην περίπτωση του Δυτικού Ειρηνικού, η ιστοσελίδα του WHO δεν διαθέτει δεδομένα κρουσμάτων, ώστε να σχεδιαστεί το γράφημα. Παρόλα αυτά διαθέτει την εικόνα (Σχήμα 2.14), στην οποία απεικονίζονται οι μολύνσεις στη συγκεκριμένη επικράτεια.

**Αφρική:** Συνολικοί θάνατοι 175.448. Στην Αφρική οι περισσότεροι επιβεβαιωμένοι θάνατοι σημειώθηκαν τον Ιανουάριο και τον Αύγουστο του 2021 με μέγιστες τιμές ανά εβδομάδα 5.017 και 5.302 αντίστοιχα.



Σχήμα 2.16: Συνολικοί θάνατοι σε Αφρική

Αναφορά επισημαίνει ότι υφίστανται γεωγραφικοί παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την εξάπλωση του Covid-19. Φυσικοί και ανθρωποκεντρικοί παράγοντες, στην παγκόσμια γεωγραφική επικράτεια, μπορούν να παίξουν σημαντικό ρόλο στην διάδοση και τις επιπτώσεις του ιού. Πιο συγκεκριμένα σε περιοχές γεωγραφικού πλάτους και υψομέτρου υπάρχει αρνητική συσχέτιση με τον αριθμό μολύνσεων και θανάτων. Σε αντίθεση περιοχές με πυκνότερη αστικοποίηση συνδέονται με αυξημένες μολύνσεις και ως συνέπεια αυξημένες απώλειες ανθρώπινων ζώων από τον ιό. Η πυκνότητα και η κινητικότητα των ανθρώπων έχουν σημαντική και άμεση συσχέτιση με τις μολύνσεις και του θανάτους. Ωστόσο σε υποανάπτυκτες ή κατά κύριο λόγο γεωργικές περιοχές, η πρόσβαση σε υπηρεσίες υγείας, είναι πιο δύσκολη οδηγώντας σε σοβαρότερες συνέπειες. Επιπλέον το κλίμα μιας γεωγραφική περιοχής, δηλαδή η θερμοκρασία και η υγρασία, παίζουν καθοριστικό ρόλο. Όπως θα αναλυθεί σε ενότητα του Κεφαλαίου 3, ο καιρός και η ηλιακή ακτινοβολία επηρεάζουν την μετάδοση του ιού. Περιοχές με χαμηλές θερμοκρασίες σχετίζονται με περισσότερες μολύνσεις. Σημειώνεται όμως ότι ανά γεωγραφική περιοχή υπάρχει έλλειψη ομοιογένειας στα επιδημιολογικά αποτελέσματα με αποτέλεσμα η σύγκριση των συνολικών δεδομένων του Covid-19 και των αποτελεσμάτων να καθίσταται δύσκολη. (V.Vandelli, 2024)

### 2.1.3 Χώρες με τα Περισσότερα Συνολικά Επιβεβαιωμένα Δεδομένα

Σε αυτή την υποενότητα αναφέρονται ενημερωτικά οι χώρες οι οποίες παρουσιάστηκαν τα περισσότερα συνολικά δεδομένα που σχετίζονται με την πανδημία. Τα δεδομένα πηγάζουν από την ιστοσελίδα who.int με περίοδο καταγραφών από την εμφάνιση της πανδημίας μέχρι τις 8 Νοεμβρίου του 2023.

Πίνακας 2.1: Χώρες με τα περισσότερα καταγεγραμμένα κρούσματα

Χώρες	Κρούσματα		Θάνατοι	
	Συνολικά	Ανά 100.000	Συνολικά	Ανά 100.000
ΗΠΑ	103.436.829	31.249,55	1.138.309	343,9
Κίνα	99.318.718	6.750,47	121.790	8,28
Ινδία	45.001.384	3.260,96	533.294	38,64
Γαλλία	38.997.490	59.959,83	167.985	258,28
Γερμανία	38.497.756	46.217,72	174.979	210,4
Βραζιλία	37.721.749	17.746,45	704.659	331,51
Κορέα	34.571.873	67.432,07	35.934	70,09
Ιαπωνία	33.803.572	26.727,17	74.694	59,06
Ιταλία	26.257.548	44.025,64	192.554	322,85
Αγγλία	24.804.243	36.538,08	231.324	340,75
Ρωσία	23.124.717	15.845,96	400.256	274,27
Τουρκία	17.004.677	20.162,28	101.419	120,25

Πίνακας 2.2: Χώρες με τους περισσότερους καταγεγραμμένους θανάτους

Χώρες	Κρούσματα		Θάνατοι	
	Συνολικά	Ανά 100.000	Συνολικά	Ανά 100.000
ΗΠΑ	103.436.829	31.249,55	1.138.309	343,9
Βραζιλία	37.721.749	17.746,45	704.659	331,51
Ινδία	45.001.384	3.260,96	533.294	38,64
Ρωσία	23.124.717	15.845,96	400.256	274,27
Μεξικό	7.692.885		334.752	
Αγγλία	24.804.243	36.538,08	231.324	340,75
Περσέ	4.522.474	13.716,17	221.727	672,47
Ιταλία	26.257.548	44.025,64	192.554	322,85
Γερμανία	38.497.756	46.217,72	174.979	210,4
Γαλλία	38.997.490	59.959,83	167.985	258,28
Ινδονησία	6.813.429	6.490,98	161.918	59,2
Ιράν	7.623.061	9.075,83	146.633	174,58



Πίνακας 2.3: Χώρες με τα περισσότερα συνολικά επιβεβαιωμένα κρούσματα ανά 100.000 πληθυσμό

Χώρες	Κρούσματα		Θάνατοι	
	Συνολικά	Ανά 100.000	Συνολικά	Ανά 100.000
Κύπρος	660.854	74.420,08	1.364	153,6
Σαν Μαρίνο	24.804	73.086,22	126	371,26
Μπρουνέι	312.892	71.521,6	163	114,94
Νήσοι Φερόε	34.658	70.926,02	28	57,3
Αυστρία	6.081.287	68.320,9	22.534	253,16
Νότια Κορέα	34.571.873	67.432,07	35.934	70,09
Σλοβενία	1.346.628	64.251,78	9.467	451,7
Ανδόρα	48.015	62.143,27	159	205,78
Τζέρσεϋ	66.391	61.589,48	161	149,36
Λουξεμβούργο	385.445	61.562,06	1.000	159,72
Μαρτίκ	230.354	61.384,36	1.104	294,19
Γιβραλτάρ	20.550	60.995,52	113	335,4

Πίνακας 2.4: Χώρες με τους περισσότερους συνολικούς επιβεβαιωμένους θανάτους ανά 100.000 πληθυσμό

Χώρες	Κρούσματα		Θάνατοι	
	Συνολικά	Ανά 100.000	Συνολικά	Ανά 100.000
Περού	4.522.474	13.716,17	221.727	672,47
Βουλγαρία	1.307.688	18.811,64	38.456	553,21
Ουγγαρία	2.211.136	22.632,99	48.828	499,8
Βοσνία	403.293	12.292,46	16.364	498,78
Β. Μακεδονία	349.618	16.781,29	9.949	477,54
Κροατία	1.276.497	31.455,03	18.438	454,34
Σλοβενία	1.346.628	64.251,78	9.467	451,7
Γεωργία	1.855.289	46.508,09	17.132	429,46
Μαυροβούνιο	251.280	40.008,79	2.654	422,57
Τσεχία	4.670.697	43.676,11	42.948	401,61
Σλοβακία	1.868.301	34.231,3	21.167	387,32
Λετονία	976.428	51.184,19	7.388	387,28

Τα αντίστοιχα συνολικά δεδομένα εμβολιασμών, που αφορούν τις αναφερόμενες χώρες στους Πίνακες 2.1 έως 2.4, παρουσιάζονται ενημερωτικά στο Παράρτημα στο τέλος της εργασίας.

## 2.2 Συνολικά Δεδομένα Χωρών της Νότιας Ευρώπης κατά την Διάρκεια του Covid-19

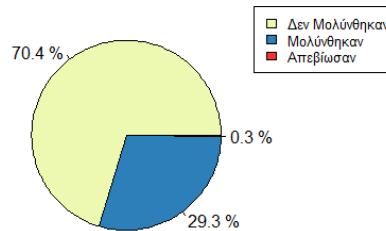
Τα δεδομένα που αναλύονται σε αυτήν την ενότητα προέρχονται από τον παγκόσμιο οργανισμό υγείας (World Health Organization) και ισχύουν από την εμφάνιση της πανδημίας μέχρι τις 8 Νοεμβρίου, 2023 6:15pm.

### 2.2.1 Συνολικά και Στατιστικά Δεδομένα

#### ΙΣΠΑΝΙΑ

Συνολικά επιβεβαιωμένα κρούσματα από 3 Ιανουαρίου 2020 έως 8 Νοεμβρίου, 2023: 13.980.340, με αναλογία κρουσμάτων ανά πληθυσμό 100.000: 29.526,38

Απεικόνιση Συνολικών Ποσοστών Πληθυσμού όπου Δεν Νόσησε/Νόσησε/Απεβίωσε σε Ισπανία



Σχήμα 2.17 Ποσοστά κρουσμάτων/θανάτων κατά τον πληθυσμό της Ισπανίας

με αναλογία ανά 100: 87,14

Αριθμός ατόμων που εμβολιάστηκαν πλήρως: 37.485.721, με αναλογία ανά 100: 79,03

Αριθμός ατόμων που εμβολιάστηκαν με επιπλέον δόσεις: 26.573.833, με αναλογία ανά 100: 56,02

Έναρξη διαδικασίας εμβολιασμών πραγματοποιήθηκε στις 30 Δεκεμβρίου 2020 με Pfizer – BioNtech – Comirnaty, ακολούθησαν Moderna – Spikevax (30 jan 21), AstraZeneca – Vaxzevria (10 feb 21), Janssen – Ad26.COV 2-S (21 apr 21)

Χορηγούμενοι εμβολιασμοί: AstraZeneca – Vaxzevria (10 feb 21), Pfizer – BioNtech – Comirnaty (30 dec 20), Moderna – Spikevax (30 jan 21), Janssen – Ad26.COV 2-S (21 apr 21)

Μέγιστος αριθμός κρουσμάτων: 956.506 στις 3-10 Ιανουαρίου 2022

Συνολικά επιβεβαιωμένοι θάνατοι: 121.852, με αναλογία θανάτων ανά 100.000: 257,44

Μέγιστος αριθμός θανάτων: 5.841 στις 23-30 Μαρτίου 2020

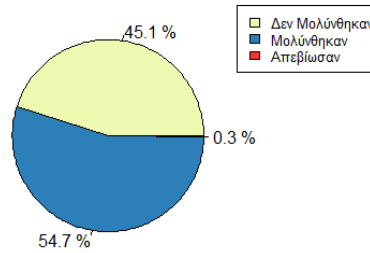
Συνολικοί εμβολιασμοί μέχρι 2 Σεπτεμβρίου 2023: 112.886.307, αναλογία σε 100: 238,5

Αριθμός ατόμων που εμβολιάστηκαν με τουλάχιστον μία δόση: 41.332.084,

## ΠΟΡΤΟΓΑΛΙΑ

Συνολικά επιβεβαιωμένα κρούσματα από 3 Ιανουαρίου 2020 έως 8 Νοεμβρίου, 2023: 5.629.824, με αναλογία κρουσμάτων ανά πληθυσμό 100.000: 54.680,2

Απεικόνιση Συνολικών Ποσοστών Πληθυσμού όπου Δεν Νόσησε/Νόσησε/Απεβίωσε σε Πορτογαλία



Σχήμα 2.18 Ποσοστά κρουσμάτων/θανάτων κατά τον πληθυσμό της Πορτογαλίας

Μέγιστος αριθμός κρουσμάτων: 405.306 στις 17-24 Ιανουαρίου 2022

Συνολικά επιβεβαιωμένοι θάνατοι: 27.630, με αναλογία θανάτων ανά 100.000: 268,36

Μέγιστος αριθμός θανάτων: 2.014 στις 18-25 Ιανουαρίου 2021

Συνολικοί εμβολιασμοί μέχρι 30 Σεπτεμβρίου 2023: 27.879.893, αναλογία σε 100: 270,8

Αριθμός ατόμων που εμβολιάστηκαν με τουλάχιστον μία δόση: 9.822.021, με αναλογία ανά 100: 95,28

Αριθμός ατόμων που εμβολιάστηκαν πλήρως: 8.910.340, με αναλογία ανά 100: 86,07

Αριθμός ατόμων που εμβολιάστηκαν με επιπλέον δόσεις: 7.086.988, με αναλογία ανά 100: 68,46

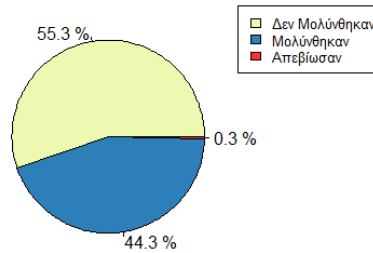
Χορηγούμενοι εμβολιασμοί:

Η έναρξη διαδικασίας εμβολιασμών πραγματοποιήθηκε στις 23 Δεκεμβρίου με Beijing CNBG – BBIBP – CorV Pfizer BioNTech – Comirtaly Moderna – Spikevax Sinovax – CoronaVac και ακολούθησαν AstraZeneca – Vaxzevria, Pfizer – BioNTech - Comirtaly (30 Dec 2020), Bharat – Covaxin, Pfizer – BioNTech - Comirtaly (6 Jan 2021), Novavax – NUVAXOVID (20 Jan 2021), Moderna – Spikevax (31 Mar 2021), Moderna – Spikevax (4 Aug 2021).

## ΙΤΑΛΙΑ

Συνολικά επιβεβαιωμένα κρούσματα από 3 Ιανουαρίου 2020 έως 8 Νοεμβρίου, 2023: 26.257.548, με αναλογία κρουσμάτων ανά πληθυσμό 100.000: 44.025,64

Απεικόνιση Συνολικών Ποσοστών Πληθυσμού όπου Δεν Νόσησε/Νόσησε/Απεβίωσε σε Ιταλία



Σχήμα 2.19 Ποσοστά κρουσμάτων/θανάτων κατά τον πληθυσμό της Ιταλίας

Μέγιστος αριθμός κρουσμάτων: 1.268.153 στις 3-10 Ιανουαρίου 2022

Συνολικά επιβεβαιωμένοι θάνατοι: 192.554, με αναλογία θανάτων ανά 100.000: 322,85

Μέγιστος αριθμός θανάτων: 5.339 στις 23-30 Μαρτίου 2020

Συνολικοί εμβολιασμοί μέχρι 30 Σεπτεμβρίου 2023: 150.322.633, αναλογία σε 100: 252

Αριθμός ατόμων που εμβολιάστηκαν με τουλάχιστον μία δόση: 50.581.361, με αναλογία ανά 100: 85,69

Αριθμός ατόμων που εμβολιάστηκαν πλήρως: 49.484.658, με αναλογία ανά 100: 83,83

Αριθμός ατόμων που εμβολιάστηκαν με επιπλέον δόσεις: 44.917.500, με αναλογία ανά 100: 76,09

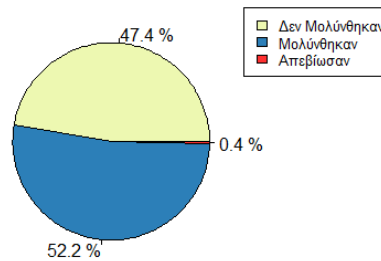
Χορηγούμενοι εμβολιασμοί:

Η έναρξη διαδικασίας εμβολιασμών πραγματοποιήθηκε στις 23 Δεκεμβρίου με Pfizer BioNTech – Comirtaly Sinovak – CoronaVac και ακολούθησαν Moderna – Spikevax, Janssen – Ad26.COV 2-S (6 Jan 2021), AstraZeneca – Vaxzevria (13 Jan 2021), Pfizer BioNTech – Comirtaly (5 Jan 2022), Moderna – Spikevax (9 Feb 2022), Pfizer BioNTech – Comirtaly (28 Sep 2022), Moderna – Spikevax (14 Dec 2022)

## ΕΛΛΑΔΑ

Συνολικά επιβεβαιωμένα κρούσματα από 3 Ιανουαρίου 2020 έως 8 Νοεμβρίου, 2023: 5.443.008, με αναλογία κρουσμάτων ανά πληθυσμό 100.000: 50.981,87

Απεικόνιση Συνολικών Ποσοστών Πληθυσμού όπου Δεν Νόσησε/Νόσησε/Απεβίωσε σε Ελλάδα



Σχήμα 2.20 Ποσοστά κρουσμάτων/θανάτων κατά τον πληθυσμό της Ελλάδας

Μέγιστος αριθμός κρουσμάτων: 241.321 στις 27 Δεκεμβρίου με 3 Ιανουαρίου 2022

Συνολικά επιβεβαιωμένοι θάνατοι: 37.748, με αναλογία θανάτων ανά 100.000: 353,3

Μέγιστος αριθμός θανάτων: 732 στις 17-24 Ιανουαρίου 2022

Συνολικοί εμβολιασμοί μέχρι 30 Σεπτεμβρίου 2023: 21.985.885, αναλογία σε 100: 205,1

Αριθμός ατόμων που εμβολιάστηκαν με τουλάχιστον μία δόση: 7.917.288, με αναλογία ανά 100: 75,69

Αριθμός ατόμων που εμβολιάστηκαν πλήρως: 7.745.574, με αναλογία ανά 100: 74,05

Αριθμός ατόμων που εμβολιάστηκαν με επιπλέον δόσεις: 5.902.357, με αναλογία ανά 100: 56,43

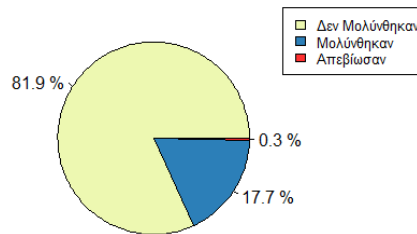
Χορηγούμενοι εμβολιασμοί:

Η έναρξη διαδικασίας εμβολιασμών πραγματοποιήθηκε στις 23 Δεκεμβρίου με AstraZeneca – Vaxzevria, Pfizer BioNTech – Comirnaty, Moderna – Spikevax και ακολούθησαν Janssen – Ad26.COV 2-S (6 Jan 2021), Novavax – NUVAXOVID (13 Oct 2021), Pfizer BioNTech – Comirnaty (28 Sep 2022), Pfizer BioNTech – Comirnaty (5 Oct 2022)

## ΡΟΥΜΑΝΙΑ

Συνολικά επιβεβαιωμένα κρούσματα από 3 Ιανουαρίου 2020 έως 8 Νοεμβρίου, 2023: 3.499.607, με αναλογία κρουσμάτων ανά πληθυσμό 100.000: 18.113,83

Απεικόνιση Συνολικών Ποσοστών Πληθυσμού όπου Δεν Νόσησε/Νόσησε/Απεβίωσε σε Ρουμανία



Σχήμα 2.21 Ποσοστά κρουσμάτων/θανάτων κατά τον πληθυσμό της Ρουμανίας

Μέγιστος αριθμός κρουσμάτων: 208.987 στις 24-31 Ιανουαρίου 2022

Συνολικά επιβεβαιωμένοι θάνατοι: 68.568, με αναλογία θανάτων ανά 100.000: 354,86

Μέγιστος αριθμός θανάτων: 3.158 στις 1 Νοεμβρίου 2021

Συνολικοί εμβολιασμοί μέχρι 9 Σεπτεμβρίου 2023: 16.111.239, αναλογία σε 100: 83,4

Αριθμός ατόμων που εμβολιάστηκαν με τουλάχιστον μία δόση: 8.188.146, με αναλογία ανά 100: 43

Αριθμός ατόμων που εμβολιάστηκαν πλήρως: 8.142.376, με αναλογία ανά 100: 42,76

Αριθμός ατόμων που εμβολιάστηκαν με επιπλέον δόσεις: 1.768.917, με αναλογία ανά 100: 9,29

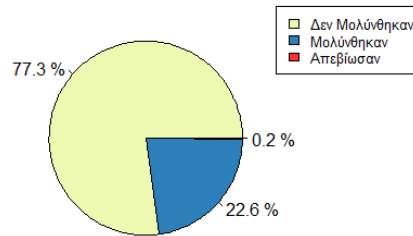
Χορηγούμενοι εμβολιασμοί:

Η έναρξη διαδικασίας εμβολιασμών πραγματοποιήθηκε στις 27 Ιανουαρίου με Pfizer BioNTech – Comirnaty και ακολούθησαν Moderna – Spikevax (3 Feb 2021), AstraZeneca – Vaxzevria (17 Feb 2021), Janssen – Ad26.COV 2-S (5 May 2021)

## ΜΑΛΤΑ

Συνολικά επιβεβαιωμένα κρούσματα από 3 Ιανουαρίου 2020 έως 8 Νοεμβρίου, 2023: 120.632, με αναλογία κρουσμάτων ανά πληθυσμό 100.000: 23.457,72

Απεικόνιση Συνολικών Ποσοστών Πληθυσμού όπου Δεν Νόσησε/Νόσησε/Απεβίωσε σε Μάλτα



Σχήμα 2.22 Ποσοστά κρουσμάτων/θανάτων κατά τον πληθυσμό της Μάλτας

Μέγιστος αριθμός κρουσμάτων: 8.118 στις 20-27 Δεκεμβρίου 2021

Συνολικά επιβεβαιωμένοι θάνατοι: 883, με αναλογία θανάτων ανά 100.000: 171,99

Μέγιστος αριθμός θανάτων: 26 στις 23-30 Νοεμβρίου 2020 και 10-17 Ιανουαρίου 2022

Συνολικοί εμβολιασμοί μέχρι 2 Σεπτεμβρίου 2023: 1.280.176, ανά 100 πληθυσμό: 248,8

Αριθμός ατόμων που εμβολιάστηκαν με τουλάχιστον μία δόση: 450.535, με αναλογία ανά 100: 86,48

Αριθμός ατόμων που εμβολιάστηκαν πλήρως: 444.904, με αναλογία ανά 100: 85,4

Αριθμός ατόμων που εμβολιάστηκαν με επιπλέον δόσεις: 352.640, με αναλογία ανά 100: 67,69

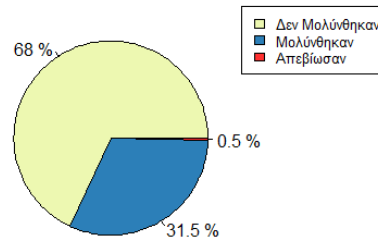
Χορηγούμενοι εμβολιασμοί:

Η έναρξη διαδικασίας εμβολιασμών πραγματοποιήθηκε στις 23 Δεκεμβρίου με Pfizer BioNTech – Comirnaty και ακολούθησαν AstraZeneca – Vaxzevria (30 Dev 2020), Moderna – Spikevax (13 Jan 2021), Janssen – Ad26.COV 2-S (24 Feb 2021)

## ΚΡΟΑΤΙΑ

Συνολικά επιβεβαιωμένα κρούσματα από 3 Ιανουαρίου 2020 έως 8 Νοεμβρίου, 2023: 1.276.497, με αναλογία κρουσμάτων ανά πληθυσμό 100.000: 31.459,69

Απεικόνιση Συνολικών Ποσοστών Πληθυσμού όπου Δεν Νόσησε/Νόσησε/Απεβίωσε σε Κροατία



Μέγιστος αριθμός κρουσμάτων: 59.537 στις 17-24 Ιανουαρίου 2022

Συνολικά επιβεβαιωμένοι θάνατοι: 18.438, με αναλογία θανάτων ανά 100.000: 454,84

Μέγιστος αριθμός θανάτων: 539 στις 7-14 Δεκεμβρίου 2020

Συνολικοί εμβολιασμοί μέχρι 30 Σεπτεμβρίου 2023: 5.435.966, ανά 100 πληθυσμό: 134

Σχήμα 2.23 Ποσοστά κρουσμάτων/θανάτων κατά τον πληθυσμό της Κροατίας

Αριθμός ατόμων που εμβολιάστηκαν με τουλάχιστον μία δόση: 2.320.278, με αναλογία ανά 100: 60,11

Αριθμός ατόμων που εμβολιάστηκαν πλήρως: 2.246.622, με αναλογία ανά 100: 58,17

Αριθμός ατόμων που εμβολιάστηκαν με επιπλέον δόσεις: 996.098, με αναλογία ανά 100: 15,79

Χορηγούμενοι εμβολιασμοί:

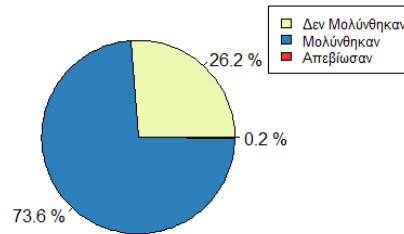
Η έναρξη διαδικασίας εμβολιασμών πραγματοποιήθηκε στις 23 Δεκεμβρίου με Pfizer BioNTech – Comirtaly και ακολούθησαν Moderna – Spikevax (30 Dev 2020), AstraZeneca – Vaxzevria Janssen – Ad26.COV 2-S (13 Jan 2021), Novavax – NUVAOXVID (2 Mar 2022)



## ΚΥΠΡΟΣ

Συνολικά επιβεβαιωμένα κρούσματα από 3 Ιανουαρίου 2020 έως 8 Νοεμβρίου, 2023: 660.854, με αναλογία κρουσμάτων ανά πληθυσμό 100.000: 74.420,08

Απεικόνιση Συνολικών Ποσοστών Πληθυσμού όπου Δεν Νόσησε/Νόσησε/Απεβίωσε σε Κύπρο



Μέγιστος αριθμός κρουσμάτων: 405.306 στις 14-21 Μαρτίου 2022

Συνολικά επιβεβαιωμένοι θάνατοι: 1.364, με αναλογία θανάτων ανά 100.000: 153,6

Μέγιστος αριθμός θανάτων: 43 στις 7-14 Φεβρουαρίου 2022

Συνολικοί εμβολιασμοί μέχρι 16 Σεπτεμβρίου 2023: 1.858.992, ανά 100 πληθυσμό: 209,3

Σχήμα 2.24 Ποσοστά κρουσμάτων/θανάτων κατά τον πληθυσμό της Κύπρου

Αριθμός ατόμων που εμβολιάστηκαν με τουλάχιστον μία δόση: 669.230, με αναλογία ανά 100: 73,98

Αριθμός ατόμων που εμβολιάστηκαν πλήρως: 656.139, με αναλογία ανά 100: 72,53

Αριθμός ατόμων που εμβολιάστηκαν με επιπλέον δόσεις: 487.409, με αναλογία ανά 100: 53,88

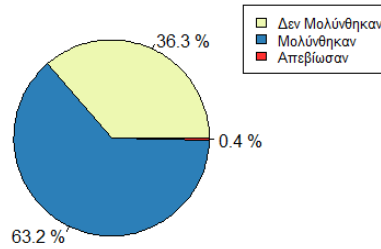
Χορηγούμενοι εμβολιασμοί:

Η έναρξη διαδικασίας εμβολιασμών πραγματοποιήθηκε στις 23 Δεκεμβρίου με Pfizer BioNTech – Comirtaly και ακολούθησαν Moderna – Spikevax (20 Jan 2021), AstraZeneca – Vaxzevria (10 Feb 2021), Janssen – Ad26.COV 2-S (28 Apr 2021), Novavax – NUVAXOVID (9 Mar 2022)

## ΣΛΟΒΕΝΙΑ

Συνολικά επιβεβαιωμένα κρούσματα από 3 Ιανουαρίου 2020 έως 8 Νοεμβρίου, 2023: 1.346.628, με αναλογία κρουσμάτων ανά πληθυσμό 100.000: 64.272,58

Απεικόνιση Συνολικών Ποσοστών Πληθυσμού όπου Δεν Νόσησε/Νόσησε/Απεβίωσε σε Σλοβενία



Σχήμα 2.25 Ποσοστά κρουσμάτων/θανάτων κατά τον πληθυσμό της Σλοβενίας

Μέγιστος αριθμός κρουσμάτων: 98.826 στις 17-24 Ιανουαρίου 2022

Συνολικά επιβεβαιωμένοι θάνατοι: 9.467, με αναλογία θανάτων ανά 100.000: 452,65

Μέγιστος αριθμός θανάτων: 404 στις 23-30 Νοεμβρίου 2020

Συνολικοί εμβολιασμοί μέχρι 30 Σεπτεμβρίου 2023: 2.993.446, ανά 100 πληθυσμό: 142,8

Αριθμός ατόμων που εμβολιάστηκαν με τουλάχιστον μία δόση: 1.217.608, με αναλογία ανά 100: 57,78

Αριθμός ατόμων που εμβολιάστηκαν πλήρως: 1.187.389, με αναλογία ανά 100: 56,35

Αριθμός ατόμων που εμβολιάστηκαν με επιπλέον δόσεις: 646.504, με αναλογία ανά 100: 30,68

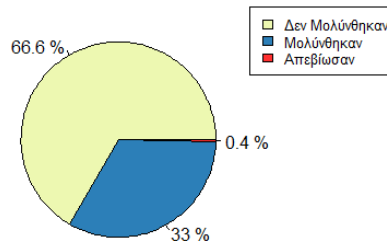
Χορηγούμενοι εμβολιασμοί:

Η έναρξη διαδικασίας εμβολιασμών πραγματοποιήθηκε στις 23 Δεκεμβρίου με Pfizer BioNTech – Comirnaty και ακολούθησαν Moderna – Spikevax (20 Jan 2021), AstraZeneca – Vaxzevria (10 Feb 2021), Janssen – Ad26.COV 2-S (28 Apr 2021), Novavax – NUVAXOVID (2 Mar 2022), Pfizer BioNTech – Comirnaty (21 Sep 2022), Moderna – Spikevax (21 Dec 2022)

## ΣΛΟΒΑΚΙΑ

Συνολικά επιβεβαιωμένα κρούσματα από 3 Ιανουαρίου 2020 έως 8 Νοεμβρίου, 2023: 1.868.301, με αναλογία κρουσμάτων ανά πληθυσμό 100.000: 34.234,94

Απεικόνιση Συνολικών Ποσοτών Πληθυσμού όπου Δεν Νόσησε/Νόσησε/Απεβίωσε σε Σλοβακία



Σχήμα 2.26 Ποσοστά κρουσμάτων/θανάτων κατά τον πληθυσμό της Σλοβακίας

Μέγιστος αριθμός κρουσμάτων: 124.066 στις 31 Ιανουαρίου με 7 Φεβρουαρίου 2022

Συνολικά επιβεβαιωμένοι θάνατοι: 21.167, με αναλογία θανάτων ανά 100.000: 387,82

Μέγιστος αριθμός θανάτων: 692 στις 1-8 Μαρτίου 2021

Συνολικοί εμβολιασμοί μέχρι 30 Σεπτεμβρίου 2023: 7.222.567, ανά 100 πληθυσμό: 132,3

Αριθμός ατόμων που εμβολιάστηκαν με τουλάχιστον μία δόση: 2.840.027, με αναλογία ανά 100: 52,26

Αριθμός ατόμων που εμβολιάστηκαν πλήρως: 2.791.711, με αναλογία ανά 100: 51,37

Αριθμός ατόμων που εμβολιάστηκαν με επιπλέον δόσεις: 1.686.463, με αναλογία ανά 100: 31,03

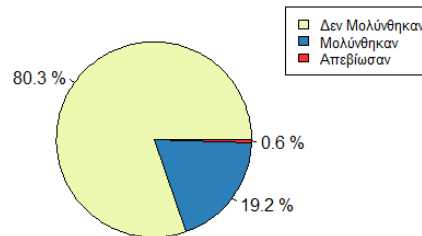
Χορηγούμενοι εμβολιασμοί:

Η έναρξη διαδικασίας εμβολιασμών πραγματοποιήθηκε στις 23 Δεκεμβρίου με Pfizer BioNTech – Comirnaty και ακολούθησαν Moderna – Spikevax (30 Dec 2020), AstraZeneca – Vaxzevria (13 Jan 2021), Gamaleya – Gam-Covid-Vac (20 Jan 2021), Janssen – Ad26.COVID 2-S (3 Mar 2021), Novavax – NUVAXOVID (9 Mar 2022)

## **ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ**

Συνολικά επιβεβαιωμένα κρούσματα από 3 Ιανουαρίου 2020 έως 8 Νοεμβρίου, 2023: 1.307.688, με αναλογία κρουσμάτων ανά πληθυσμό 100.000: 18.875,14

**Απεικόνιση Συνολικών Ποσοστών Πληθυσμού όπου Δεν Νόσησε/Νόσησε/Απεβίωσε σε Βουλγαρία**



Μέγιστος αριθμός κρουσμάτων: 61.831 στις 17-24 Ιανουαρίου 2022

Συνολικά επιβεβαιωμένοι θάνατοι: 38.456, με αναλογία θανάτων ανά 100.000: 553,75

Μέγιστος αριθμός κρουσμάτων: 1.186 στις 1-8 Νοεμβρίου 2021

Συνολικοί εμβολιασμοί μέχρι 23 Σεπτεμβρίου 2023: 4.618.931, ανά 100 πληθυσμό: 66,4

*Σχήμα 2.27 Ποσοστά κρουσμάτων/θανάτων κατά τον πληθυσμό της Βουλγαρίας*

Αριθμός ατόμων που εμβολιάστηκαν με τουλάχιστον μία δόση: 2.108.544, με αναλογία ανά 100: 30,83

Αριθμός ατόμων που εμβολιάστηκαν πλήρως: 2.080.324, με αναλογία ανά 100: 30,42

Αριθμός ατόμων που εμβολιάστηκαν με επιπλέον δόσεις: 833.135, με αναλογία ανά 100: 12,18

Χορηγούμενοι εμβολιασμοί:

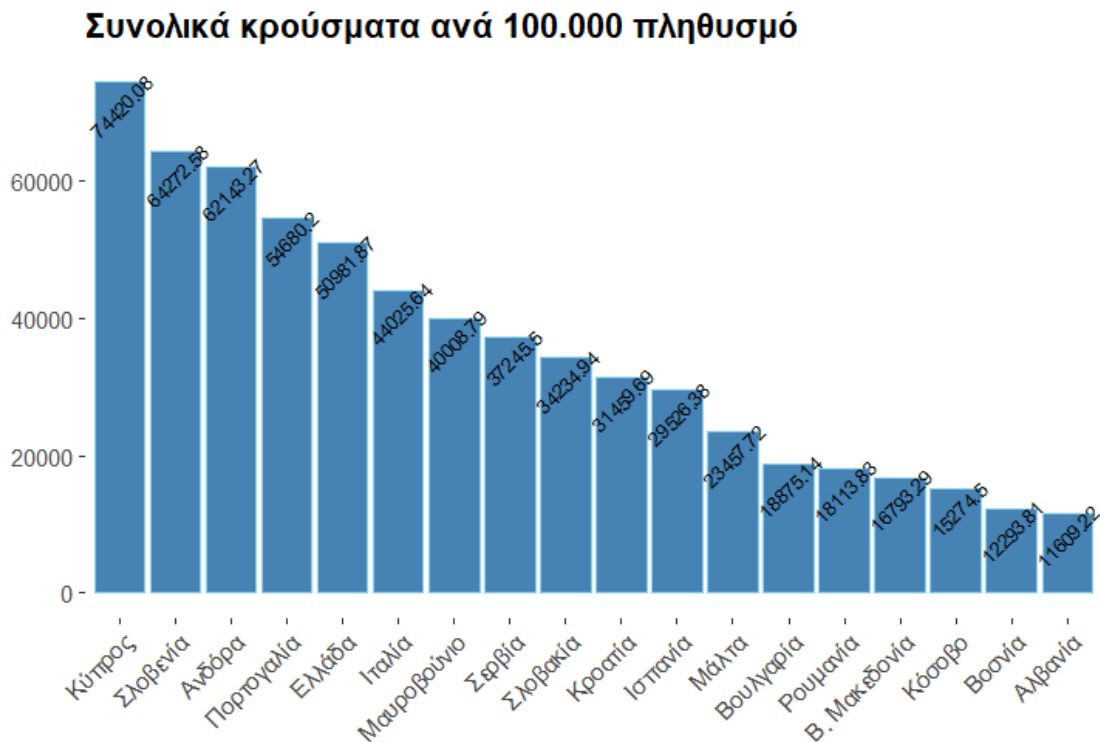
Η έναρξη διαδικασίας εμβολιασμών πραγματοποιήθηκε στις 30 Δεκεμβρίου με Pfizer BioNTech – Comirnaty και ακολούθησαν Moderna – Spikevax (13 Jan 2021), AstraZeneca – Vaxzevria (3 Feb 2021), Janssen – Ad26.COV 2-S (12 May 2021)

## 2.2.2 Απεικόνιση Δεδομένων για Χώρες της Νότιας Ευρώπης

Στην παρούσα υποενότητα αναλύονται και οπτικοποιούνται σε διάφορα γραφήματα τα συνολικά δεδομένα της πανδημίας του Covid19 για τις χώρες που ανήκουν στην νότια Ευρώπη. Πραγματοποιείται σύγκριση συνολικών, αναλογικών και συνδυαστικών δεδομένων μεταξύ των χωρών. Η σύγκριση των δεδομένων μεταξύ των χωρών βοηθά να κατανοηθεί πως η πανδημία επηρέασε διαφορετικά τις χώρες αυτές. Τα συνολικά δεδομένα της πανδημίας μεταξύ των χωρών αποκαλύπτουν διαφορές στην σοβαρότητα της πανδημίας όπως φαίνεται στα επόμενα σχήματα.

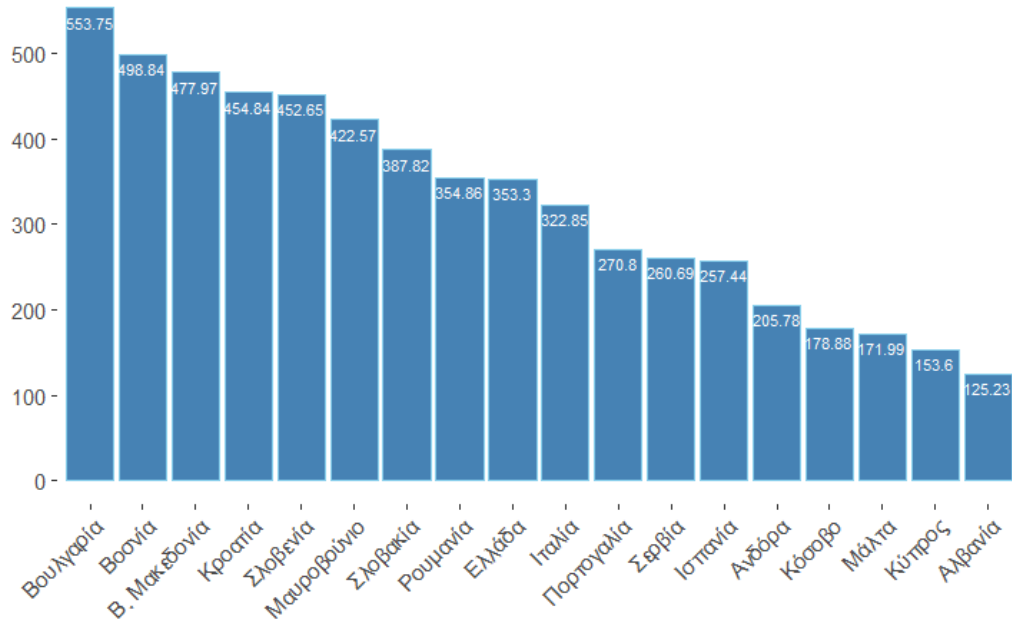
### Συγκριτικά Δεδομένα Κρουσμάτων/Θανάτων

Στις παρακάτω απεικονίσεις των σχημάτων γίνεται σύγκριση των συνολικών αναλογικών κρουσμάτων/θανάτων για τα κράτη της νοτιοανατολικής Ευρώπης. Στην κορυφή της κάθε μπάρας/στήλης αναγράφεται η συνολική τιμή που καταγράφηκε σε κάθε χώρα.



Σχήμα 2.28: Συνολικά κρούσματα ανά 100.000 πληθυσμό

### Συνολικοί θάνατοι ανά 100.000 πληθυσμό

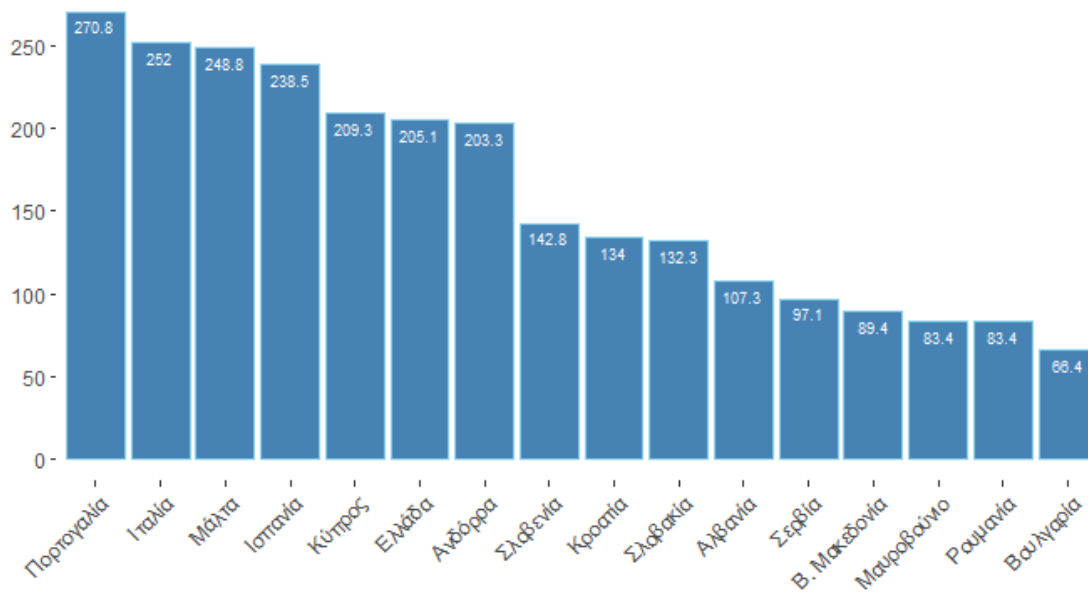


Σχήμα 2.29: Συνολικοί θάνατοι ανά 100.000 πληθυσμό

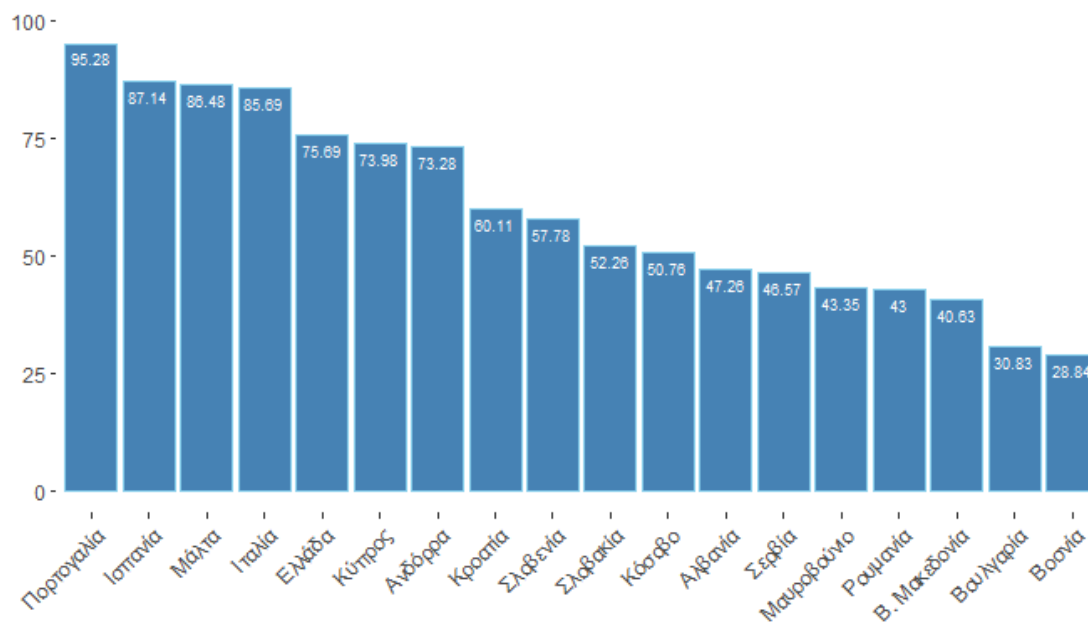
Στα γραφήματα (Σχήμα 2.28 και Σχήμα 2.29) παρουσιάζεται η σύγκριση των αναλογικών κρουσμάτων/θανάτων ανά 100.000 άτομα. Η αναλογική σύγκριση είναι πιο αντιπροσωπευτική από την συνολική, διότι υφίσταται πληθυσμιακή διαφορά μεταξύ των χωρών. Οι περισσότερες μολύνσεις αναλογικά καταγράφηκαν σε Κύπρο, Σλοβενία και Ανδόρρα. Βέβαια το γεγονός αυτό εξαρτάται και από το πόσοι διαγνωστικοί έλεγχοι πραγματοποιήθηκαν σε κάθε. Πιο αντιπροσωπευτική ένδειξη της αρνητικής επίπτωσης σε κάθε χώρα ξεχωριστά αποτελεί το Σχήμα 2.29, όπου κυρίως οι χώρες των βαλκάνιων παρουσίασαν τις υψηλότερες τιμές ανθρώπινων απωλειών.

### Συγκριτικά Δεδομένα Κάλυψης Εμβολιασμών

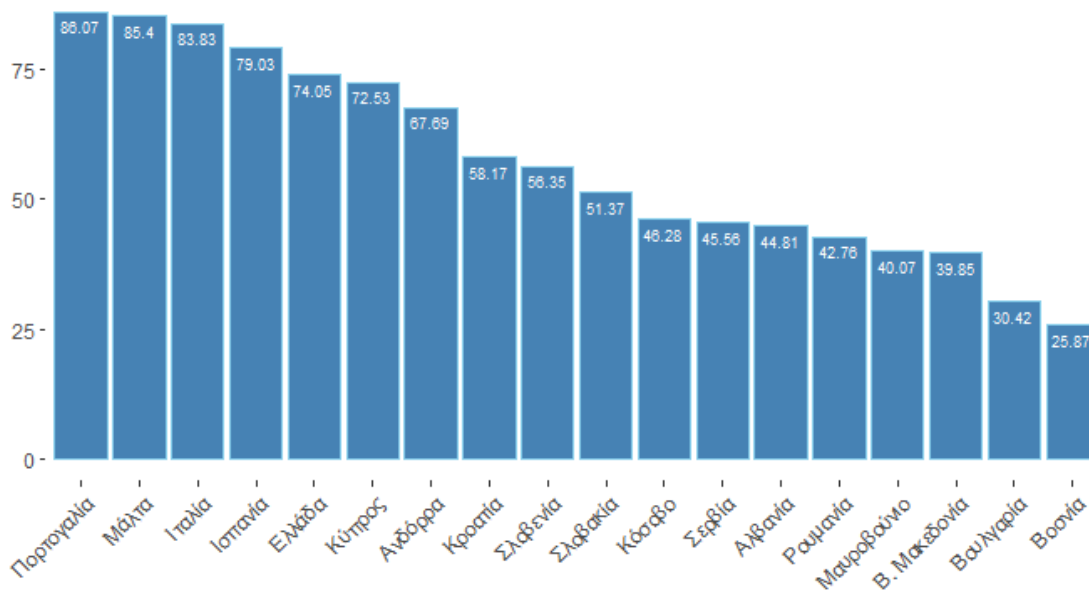
Στις 17 Ιουλίου του 2020, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αποφάσισε εσπευσμένα να παρουσιάσει την πολιτική ανάπτυξης, παραγωγής και διάθεσης εμβολίων κατά του Covid-19. Τα πρώτα εμβόλια άρχισαν να διανέμονται στην Ευρωπαϊκή Ένωση τον Δεκέμβριο του 2020. Στις αρχές του 2021, η ΕΕ επέτρεψε σε κράτη μέλη να μοιράζονται δόσεις εμβολίων σε τρίτες χώρες, όπου ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε στις χώρες των Δυτικών Βαλκανίων. Αυτή η κίνηση βοήθησε τα κράτη που είχαν περιορισμένη πρόσβαση στα εμβόλια. Έκτοτε, οι παραδόσεις εμβολίων αυξήθηκαν σταθερά έως και τον Αύγουστο του 2023, όπου το 84% του ενήλικου πληθυσμού είχε λάβει τουλάχιστον μια δόση. (commission.europa.eu)



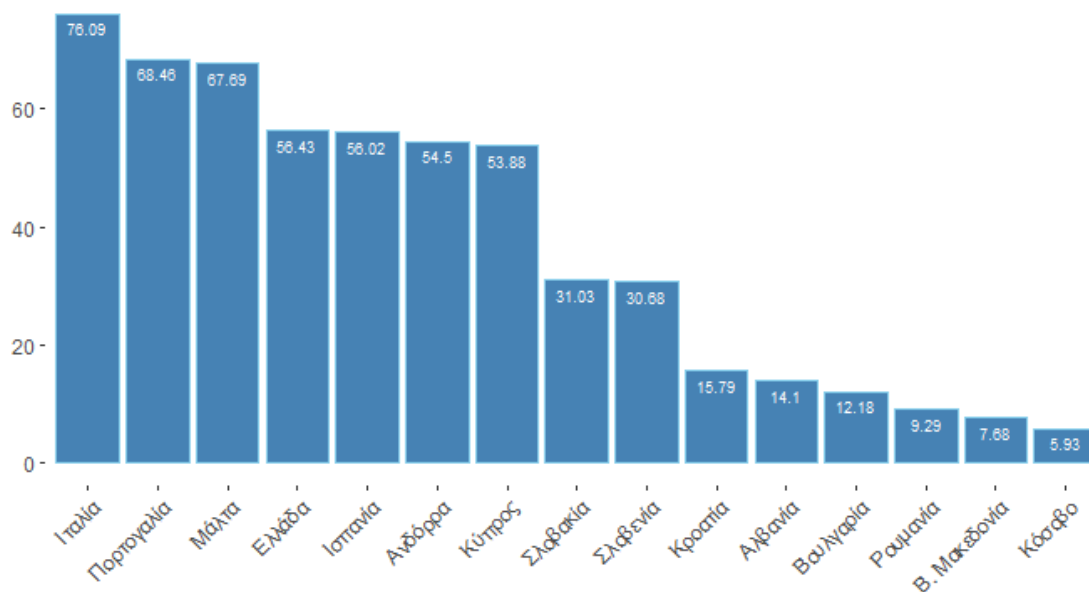
Σχήμα 2.30: Συνολικές χορηγούμενες δόσεις εμβολιασμού ανά 100 άτομα



Σχήμα 2.31: Εμβολιασμένοι με τουλάχιστον μια δόση ανά 100 άτομα

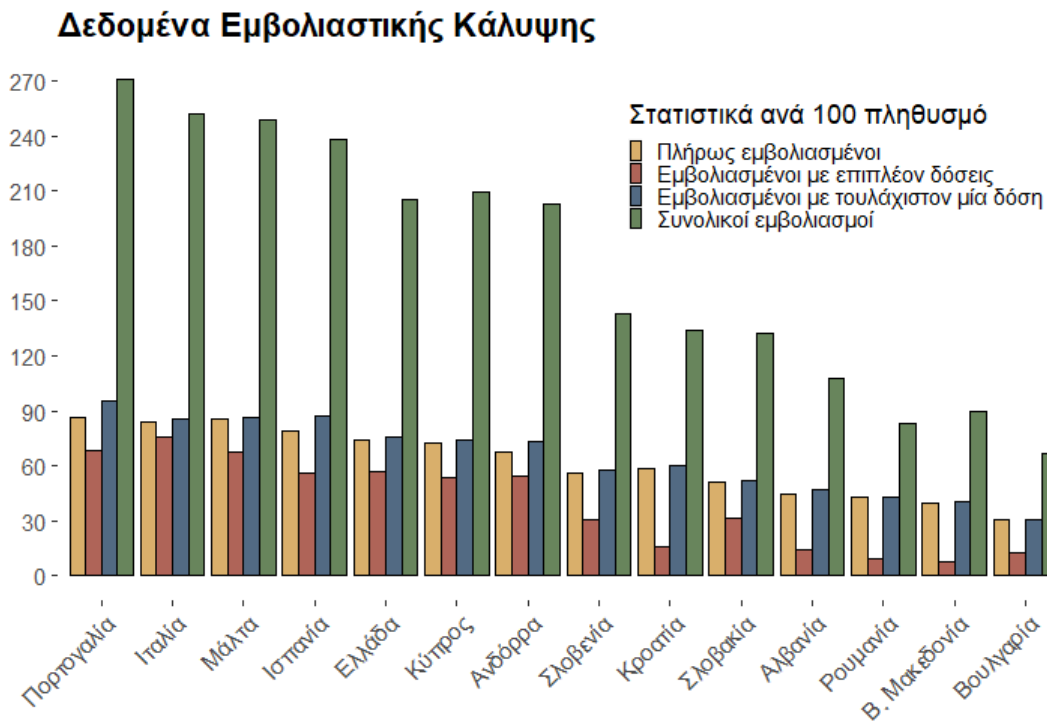


Σχήμα 2.32: Πλήρως εμβολιασμένοι ανά 100 άτομα



Σχήμα 2.33: Εμβολιασμένοι με τουλάχιστον μια επιπλέον-extra δόση ανά 100 άτομα



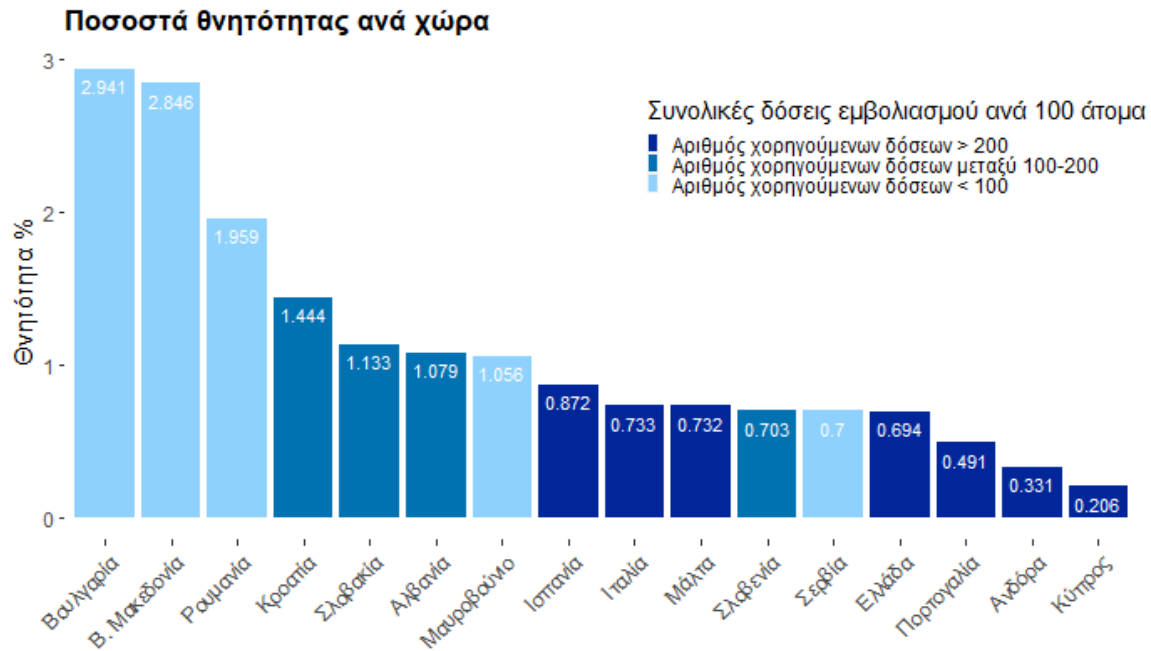


Σχήμα 2.34: Απεικόνιση των τεσσάρων κατηγοριών εμβολιασμού για κάθε χώρα σε ένα σχεδιάγραμμα, τα δεδομένα εμβολιασμού είναι μέχρι και τον Σεπτέμβριο του 2023

Στα παραπάνω γραφήματα παρουσιάζονται τα συγκριτικά ποσοστά εμβολιαστικής κάλυψης για τις χώρες. Στα Σχήματα 2.30 έως 2.34 οπτικοποιούνται τα δεδομένα εμβολιαστικών καλύψεων που παρείχε κάθε χώρα στον πληθυσμό της. Τα κράτη της Μεσογείου φαίνεται ότι έλαβαν σοβαρότερα την λύση των εμβολιαστικών δράσεων σε σχέση με χώρες των βαλκάνιων. Πιο αναλυτικά στο Σχήμα 2.34 δίνεται η στατιστική πληροφορία όλων των κατηγοριών εμβολιαστικής κάλυψης μια χώρας, που αναφέρονται στον ΠΟΥ.

#### **Συγκριτικά Συνδυαστικά Συνολικά Δεδομένα**

Όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 1, η θνητότητα εκφράζει τον αριθμό θανάτων λόγω μίας ασθένειας δια του αριθμού των επιβεβαιωμένων κρουσμάτων που οφείλονται στην συγκεκριμένη ασθένεια.



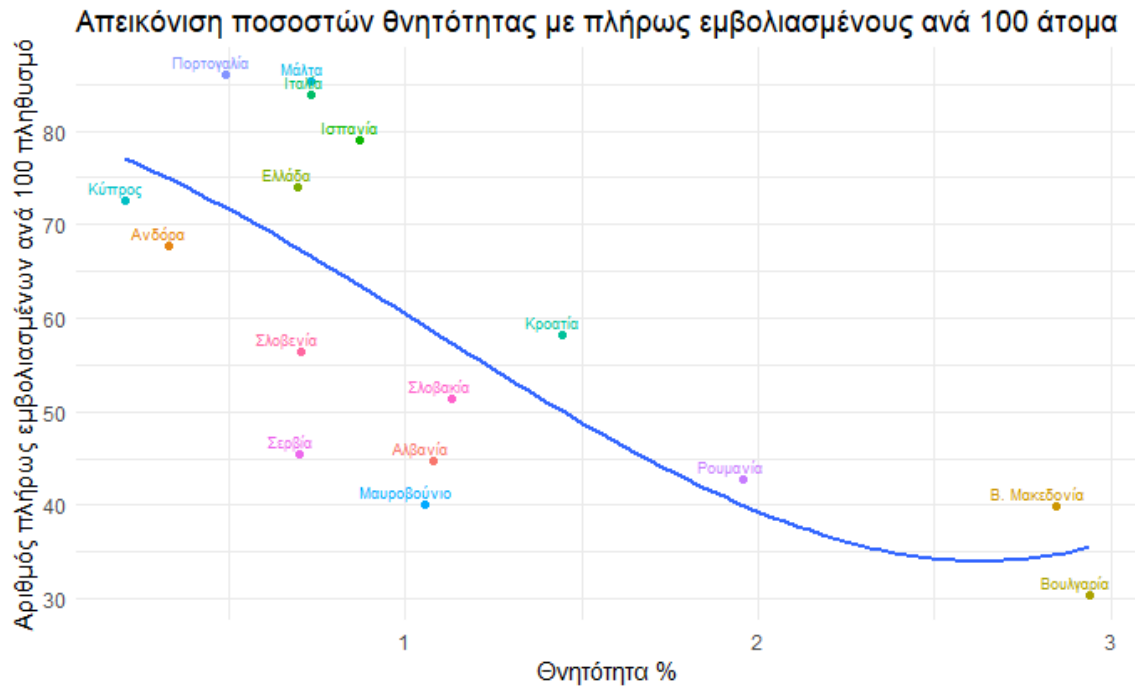
Σχήμα 2.35: Ποσοστά θνητότητας για κάθε χώρα με κατηγοριοποίηση (χρώμα) τις συνολικές δόσεις εμβολιασμού που χορηγήθηκαν ανά 100 άτομα σε κάθε χώρα.

Στο Σχήμα 2.35, παρατηρείται ότι σε χώρες όπου ο αριθμός των συνολικών δόσεων εμβολιασμού κατά του Covid-19 σε δείγμα 100 ατόμων παίρνει τις υψηλότερες τιμές, τα ποσοστά θνητότητας είναι μικρότερα. Αυτό φυσικά δεν είναι απόλυτο, καθώς αν και το πλήθος των εμβολιασμών φαίνεται να είναι καθοριστικός παράγοντας για τα ποσοστά θνητότητας που έχει κάθε χώρα, δεν είναι όμως ο μοναδικός παράγοντας.

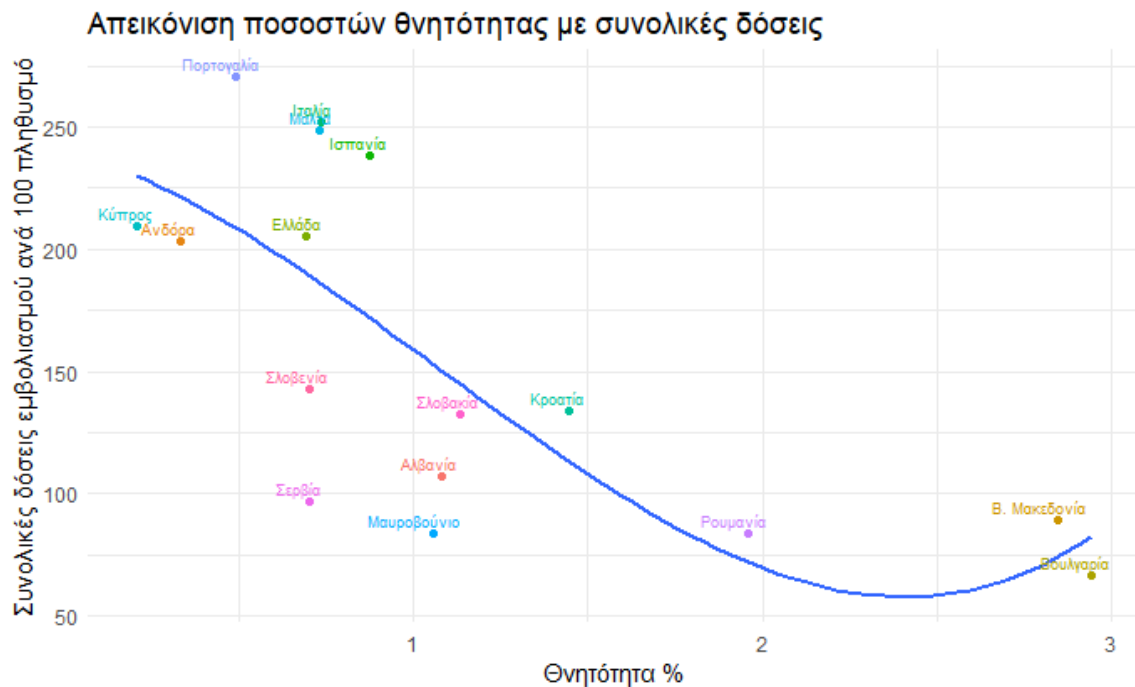
Γίνεται όμως αντιληπτό ότι οι χώρες με αριθμό χορηγούμενων δόσεων (ανά 100 άτομα) μικρότερο του 100, έχουν τα υψηλότερα ποσοστά θνητότητας σε σχέση με τις χώρες όπου ο αριθμός χορηγούμενων δόσεων ξεπερνάει τις 100 ή τις 200. Για παράδειγμα Βουλγαρία, Β. Μακεδονία και Ρουμανία έχουν υψηλά ποσοστά θνησιμότητας σε σχέση με άλλες χώρες που χορήγησαν περισσότερους εμβολιασμούς.

Βέβαια ενώ φαίνεται να υπάρχει κάποια αρνητική συσχέτιση των παραμέτρων, των ποσοστών εμβολιασμών με τα ποσοστά θνητότητας (Σχήμα 2.35, 2.36 και 2.37) δεν αποτελεί κανόνας διότι υπάρχουν και άλλοι παράγοντες, όπως θα αναλυθεί και σε παρακάτω κεφάλαια, που σχετίζονται με τα ποσοστά θνητότητας. Μία τέτοια εξαίρεση είναι η Σερβία παρόλο που έχει χαμηλό αριθμό χορηγούμενων δόσεων ανά 100 άτομα σε σχέση με Ισπανία, Ιταλία και Μάλτα έχει χαμηλότερο ποσοστό θνητότητας.

Η αρνητική συσχέτιση (Σχήμα 2.36 & Σχήμα 2.37), τονίζεται ιδιαίτερα με την συνάρτηση `geom_smooth()` της R, η οποία προσθέτει μια μπλε χρώματος καμπύλη προσαρμογής.

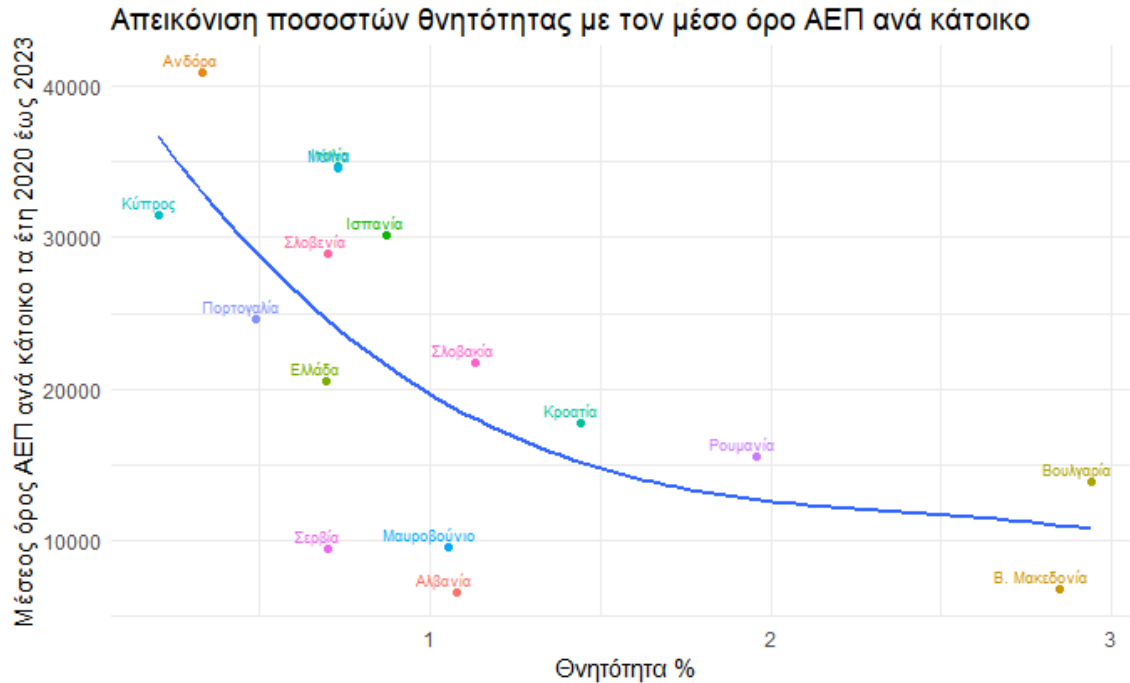


Σχήμα 2.36: Απεικόνιση ποσοστών θνητότητας για κάθε χώρα με αριθμό πλήρως εμβολιασμένων ανά 100 άτομα



Σχήμα 2.37: Απεικόνιση ποσοστών θνητότητας για κάθε χώρα με συνολικές δόσεις εμβολιασμού που χορηγήθηκαν ανά χώρα με αναλογία ανά 100 άτομα

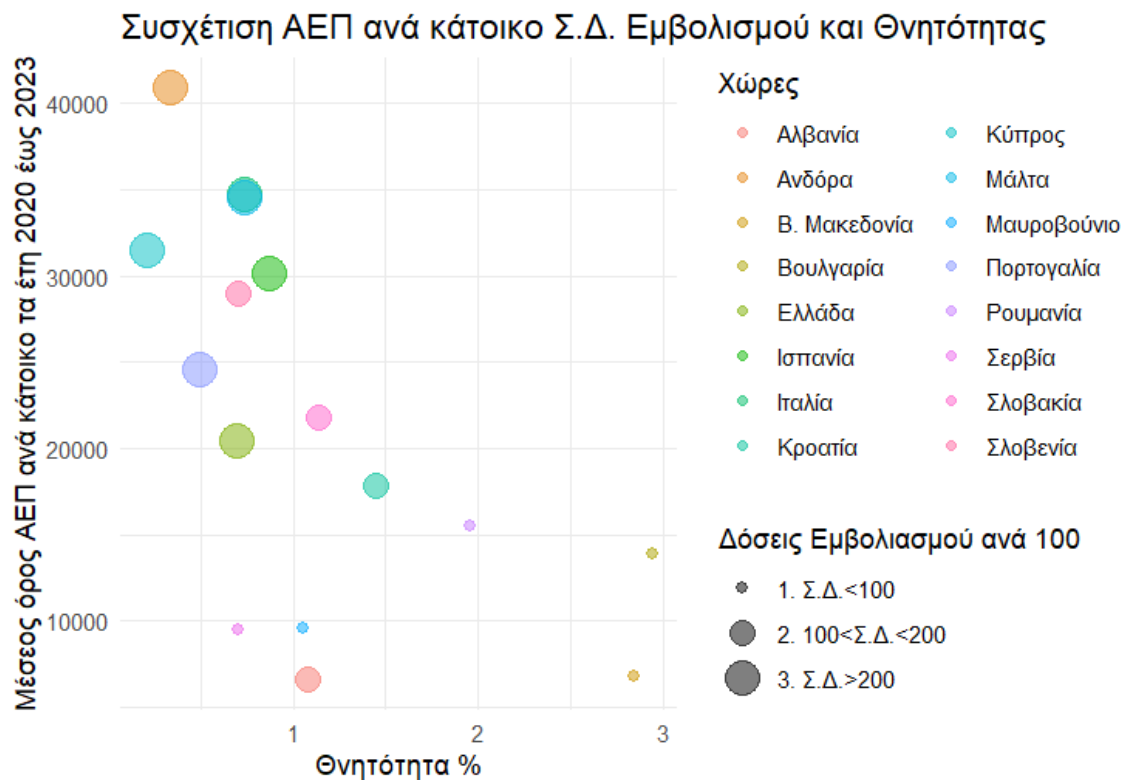
Στο Σχήμα 2.36 παρατηρείται μια γραμμικότητα (χωρίς να είναι απόλυτα γραμμική) του αριθμού των συνολικών δόσεων εμβολιασμού ανά 100 πληθυσμό (και αντίστοιχα Σχήμα 2.37 του αριθμού των ατόμων που εμβολιάστηκαν πλήρως ανά 100 πληθυσμό) σε σχέση με τα ποσοστά θνησιμότητας για κάθε χώρα. Η αρνητική συσχέτιση μεταξύ των παραμέτρων, δόσεις εμβολιασμού και ποσοστό θνητότητας, γίνεται πιο εμφανής με την μπλε καμπύλη προσαρμογής, η οποία τονίζει την γενική τάση που ακολουθούν τα δεδομένα.



Σχήμα 2.38: Απεικόνιση ποσοστών θνητότητας για κάθε χώρα με τον μέσο όρο ΑΕΠ (Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν) ανά κάτοικο στα έτη 2020, 2021, 2022 και 2023. Ο μέσος όρος ΑΕΠ που απεικονίζεται στον κάθετο άξονα μετريέται σε ευρώ.

Στο Σχήμα 2.38 παρατηρείται μια αρνητική συσχέτιση της θνητότητας σε κάθε χώρα με το μέσο όρο ΑΕΠ ανά κάτοικο στα χρόνια της πανδημίας. Οι τιμές των οικονομικών δεδομένων πηγάζουν από την ιστοσελίδα [imf.org](http://imf.org) (παρομοίως στο Σχήμα 2.39). Σύμφωνα με την πηγή, όσο υψηλότερο ΑΕΠ παρουσίασε μια χώρα, καταπολέμησε την πανδημία με λιγότερες ανθρώπινες απώλειες. ([imf.org](http://imf.org), 2024)

Έρευνα του BMJ αποκαλύπτει ότι οι δράσεις εμβολιασμού κατά του Covid19 μείωσαν το ποσοστό θανάτων στην Ευρώπη κατά 57%. Βάση εκτιμήσεων το 90% το ανθρώπων που σώθηκαν από τους εμβολιασμούς ήταν οι ηλικιωμένοι άνθρωποι άνω των 60 ετών. Αναλυτικά από το Δεκέμβριο του 2020 μέχρι το Μάρτιο του 2023 οι εμβολιασμοί μείωσαν τους θανάτους κατά 57% σε ηλικίες 70-79, κατά 54% σε ηλικίες 60-69, κατά 52% σε ηλικίες 50-59, ενώ η θνητότητα μειώθηκε αισθητά κατά 62% στους ηλικιωμένους άνω των 80. (Gareth I. 2024)



Σχήμα 2.39: Απεικόνιση ποσοστών θνητότητας για κάθε χώρα με το μέσο όρο ΑΕΠ (Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν) ανά κάτοικο στα έτη 2020- 2023 και συνολικές δόσεις εμβολιασμού (ΣΔ) με αναλογία πληθυσμού 100 ατόμων. Ο μέσος όρος ΑΕΠ που απεικονίζεται στον κάθετο άξονα μετριέται σε ευρώ.

Στο διάγραμμα που παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.39, πραγματοποιείται μία σύνδεση των δύο προηγούμενων απεικονίσεων, Σχήμα 2.37 και Σχήμα 2.38. Συγκεκριμένα φαίνεται η συσχέτιση μεταξύ του μέσου όρου Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος (Gross Domestic Product), ή ΑΕΠ (GDP), ανά κάτοικο, των συνολικών δόσεων εμβολιασμού ανά 100 άτομα, και των ποσοστών θνητότητας από Covid-19 για διάφορες χώρες της νότιας Ευρώπης την περίοδο 2020-2023. Από την ανάλυση των δεδομένων, παρατηρείται ότι οι οικονομικά πιο ευκατάστατες χώρες της νότιας και ανατολικής Ευρώπης, οι οποίες χαρακτηρίζονται από υψηλό μέσο ΑΕΠ ανά κάτοικο, εμφάνισαν χαμηλότερα ποσοστά θνητότητας από Covid-19. Αυτές οι χώρες επίσης διακρίθηκαν από μεγαλύτερη κάλυψη εμβολιασμού στον πληθυσμό τους. Αντιθέτως οι χώρες με χαμηλό ΑΕΠ ανά κάτοικο και περιορισμένη κάλυψη εμβολιασμού παρουσίασαν υψηλότερα ποσοστά θνητότητας.

Το συμπέρασμα που μπορεί να εξαχθεί από την παρατήρηση των Σχημάτων 2.36 έως 2.39 είναι ότι υπάρχει μια πιθανή θετική συσχέτιση μεταξύ της οικονομικής ευημερίας των αναφερόμενων κρατών και την αποτελεσματικότητα στην αντιμετώπιση της πανδημίας Covid-19. Συγκεκριμένα, οι χώρες με υψηλό ΑΕΠ φαίνεται να είχαν καλύτερη πρόσβαση σε εμβόλια και υγειονομικές αρχές, γεγονός που συνέβαλε στην μείωση ποσοστών

θνητότητας. Αντίθετα, οι οικονομικά ασθενέστερες χώρες, με χαμηλή κάλυψη εμβολιασμού, φαίνεται να επηρεάστηκαν περισσότερο αρνητικά από την πανδημία.

Ωστόσο δεν αποτελεί κανόνας ότι η οικονομική ευημερία μιας περιοχής οδηγεί απαραίτητα σε πιο αισιόδοξα ποσοστά υγείας όσον αναφορά τον Covid-19. Από ανάλυση του Acta Biomed διαπιστώθηκε ότι σε διάφορες περιοχές της Ιταλίας, περιφέρειες και επαρχίες, υπήρξε μια θετική συσχέτιση μεταξύ ΑΕΠ ανά κάτοικο και ποσοστών θνησιμότητας από τον ιό. Αυτό πιθανόν να οφείλεται σε αρνητικές περιβαλλοντικές συνθήκες της περιοχής όπως αυξημένη βιομηχανική ρύπανση ή παράγοντες κινδύνου όπως παχυσαρκία και υπέρταση, γεγονότα τα οποία είναι πιο διαδεδομένα σε πιο αναπτυγμένες και πλουσιότερες περιοχές. (Lippi G, 2020)

## Κεφάλαιο 3

### Εξέλιξη Δεδομένων κατά τη Διάρκεια της Πανδημίας

Σε αυτό το κεφάλαιο πραγματοποιείται απεικόνιση και ανάλυση της εξέλιξης των δεδομένων κατά την διάρκεια της πανδημίας Covid-19 για τις χώρες της νότιας Ευρώπης. Αναλύεται πως διάφοροι παράγοντες αλληλοεπίδρασαν και επηρέασαν την πορεία της πανδημίας ξεχωριστά για κάθε χώρα. Πραγματοποιείται σύγκριση των πανδημικών δεδομένων μεταξύ των χωρών. Στην 1<sup>η</sup> ενότητα τα δεδομένα που αναλύονται αφορούν τα επιβεβαιωμένα κρούσματα και η συσχέτισή τους με διαγνωστικούς ελέγχους, εποχή, ηλικιακές ομάδες. Η 2<sup>η</sup> ενότητα εστιάζει στην θνητότητα που προκάλεσε η πανδημία στην νότια Ευρώπη. Ενώ στην 3<sup>η</sup> ενότητα αναφέρεται ο ρυθμός αναπαραγωγής της νόσου.

#### 3.1 Δεδομένα Κρουσμάτων για τις Χώρες της Νότιας Ευρώπης κατά τη Διάρκεια του Covid-19

Στην παρούσα ενότητα πραγματοποιείται ανάλυση των κρουσμάτων στις χώρες της νότιας Ευρώπης κατά την διάρκεια της πανδημίας. Ο Covid-19 παρουσίασε διαφορετικό αντίκτυπο σε διάφορες πληθυσμιακές ομάδες, και επηρέασε διαφορετικά ανά ηλικία και εποχή, όπως θα αναλυθεί στις παρακάτω υποενότητες.

##### 3.1.1 Απεικόνιση Δεδομένων Κρουσμάτων

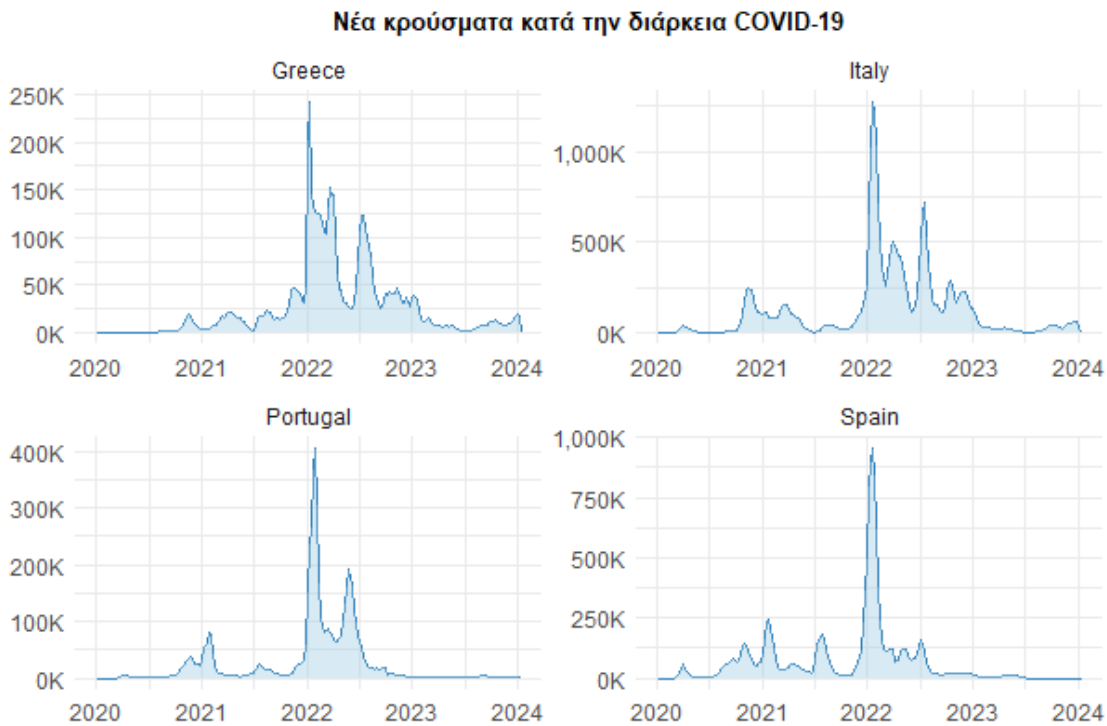
Τα κύματα του Covid-19 «χτύπησαν» την Ευρώπη σχετικά συγχρονισμένα σε όλες τις χώρες, ιδιαίτερα σε αυτές της νότιας Ευρώπης (Σχήμα 3.1-3.2). Το γεγονός των συγχρονισμένων κυμάτων και των αυξημένων κρουσμάτων σε παρόμοια χρονικά διαστήματα, οφείλεται σε ορισμένους κοινούς παράγοντες.

- Εποχή: Οι κοντινές αποστάσεις στις γεωγραφικές θέσεις των χωρών της νότιας Ευρώπης, συντελούν ώστε οι χώρες να έχουν παρόμοιο κλίμα μεταξύ τους. Η χειμερινή περίοδος τροφοδοτεί την ανάπτυξη των κρουσμάτων καθώς οι άνθρωποι συνωστίζονται περισσότερο σε κλειστούς χώρους.
- Εορταστικά και σχολικά ημερολόγια: Τα ημερολόγια διακοπών, αργιών και κυρίως τα εκπαιδευτικά ημερολόγια, παρουσιάζουν ομοιότητες μεταξύ των χωρών. Επομένως συμβάλουν στην έξαρση του ιού όταν οι εργαζόμενοι επιστρέφουν στις δουλειές και οι νέοι στα σχολεία ή στα πανεπιστήμια.
- Παραλλαγές ιού: Οι διαφορετικές εκδηλώσεις του ιού με πιο μεταδοτικές συνέπειες εμφανίστηκαν παράλληλα στην νότια Ευρώπη.

- Διαγνωστικοί Έλεγχοι: Οι ποσοτικές διαφορές στην εφαρμογή Test, για την εντόπιση του ιού, είναι ένα βασικό αίτιο στην καταγραφή κρουσμάτων ανά εποχή. Για παράδειγμα τα χαμηλά ποσοστά καταγεγραμμένων κρουσμάτων κατά το πρώτο κύμα σε σχέση με τα επόμενα κύματα οφείλονταν στα περιορισμένα Tests.

Οι εξάπλωση των δύο παραλλαγών του ιού SARS-CoV-2 Delta και Omicron, από το φθινόπωρο του 2021 έως την άνοιξη του 2022, είχαν ως αποτέλεσμα την αύξηση της θνησιμότητας εκείνη την περίοδο.

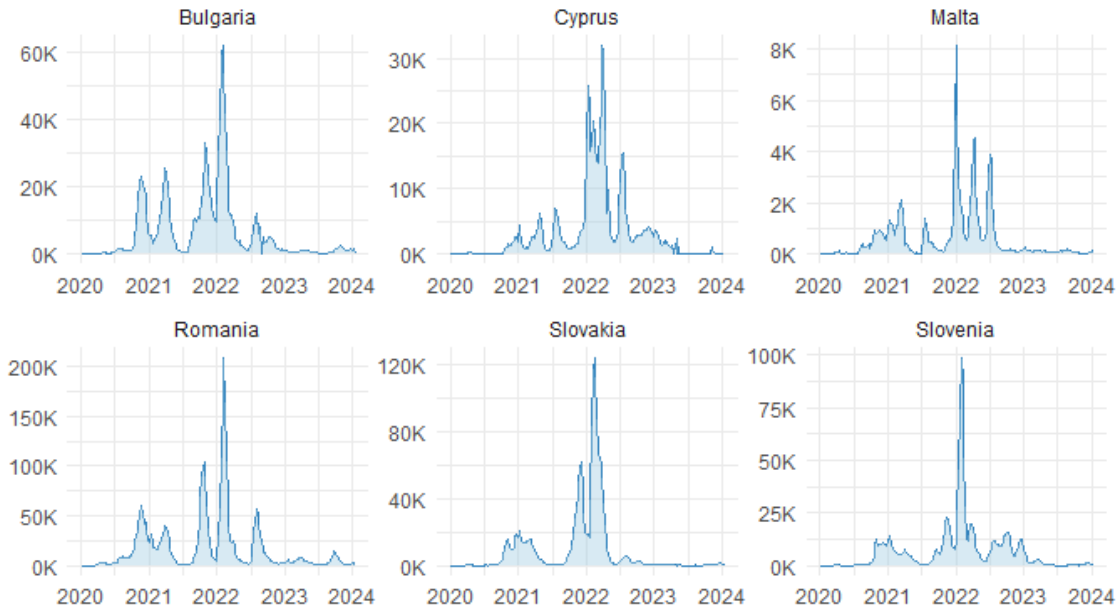
Από την αρχή της πανδημίας μέχρι τον Ιανουάριο του 2023 στην Ευρώπη, η δυτική Ευρώπη κατείχε το 47% των συνολικών κρουσμάτων, η ανατολική το 8%, η βόρεια το 24% ενώ η νότια το 21%. Στα αντίστοιχα ποσοστά θανάτων η δυτική Ευρώπη κατείχε το 3%, η ανατολική το 40%, η βόρεια το 27% ενώ η νότια το 30%. Η δυσαναλογία σε αυτά τα ποσοστά οφείλεται κατά μεγάλο βαθμό στην ασύμμετρη κάλυψη εμβολιασμών. Η νότια Ευρώπη παρουσίασε πολλούς θανάτους κατά το πρώτο κύμα. (Schellekens P, 2024.)



Σχήμα 3.1: Νέα επιβεβαιωμένα κρούσματα για τις 4 διασημότερες χώρες της νότιας Ευρώπης. (Τα δεδομένα προέρχονται από την ιστοσελίδα who.int και είναι καταγεγραμμένα ανά εβδομάδα)



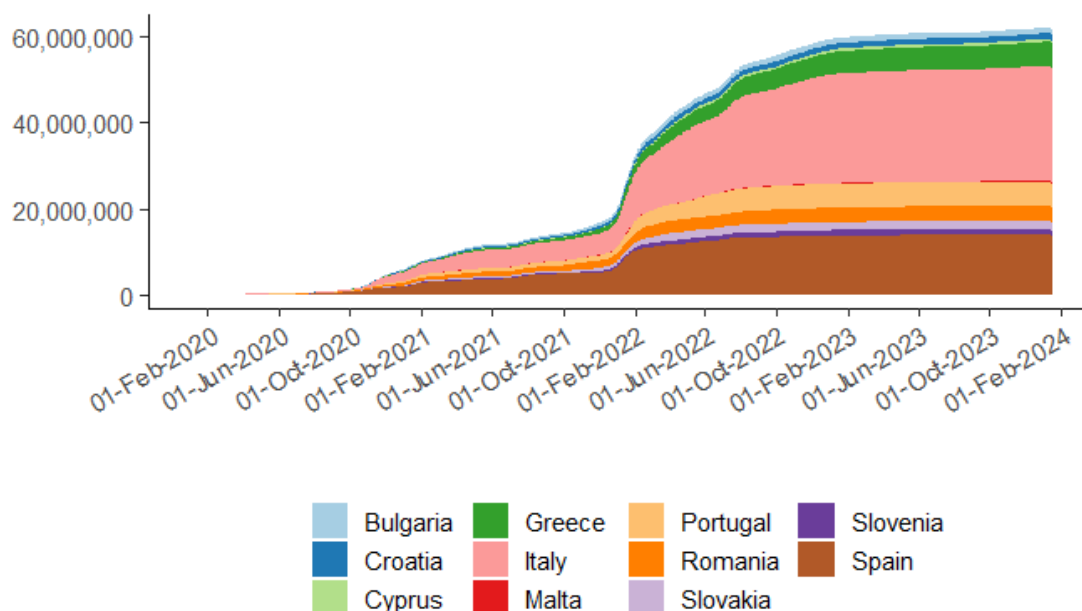
### Νέα κρούσματα κατά την διάρκεια COVID-19



Σχήμα 3.2: Νέα επιβεβαιωμένα κρούσματα για τις 6 χώρες. (Τα δεδομένα προέρχονται από την ιστοσελίδα who.int και είναι καταγεγραμμένα ανά εβδομάδα)

Στα Σχήματα 3.1 και 3.2 απεικονίζεται η εξέλιξη των νέων επιβεβαιωμένων μολύνσεων από την αρχή της πανδημίας μέχρι 7 Ιανουαρίου του 2024 για Ελλάδα, Ιταλία, Πορτογαλία, Ισπανία, Βουλγαρία, Κύπρο, Μάλτα, Ρουμανία, Σλοβακία και Σλοβενία. Σε αυτές τις απεικονίσεις γίνεται ξεκάθαρο, πως τα κύματα της πανδημίας «χτύπησαν» συγχρονισμένα στις περισσότερες περιπτώσεις, αλλά υπήρξαν και ορισμένες διαφοροποιήσεις ανά χώρα. Στο Σχήμα 3.1 οι μεγάλες κορυφές, όπου υποδηλώνουν τις εξάρσεις των περιστατικών, φαίνεται ότι είναι παρόμοιες για αυτές τις χώρες. Συγκεκριμένα το κύμα κατά την χειμερινή περίοδο 2021-2022 έπληξε πανομοιότυπα τις 4 αυτές χώρες. Μεγάλες κορυφές υπήρξαν και το Μάιο του 2022, ενώ προηγήθηκαν κορυφές το φθινόπωρο του 2020 και τον Ιανουάριο του 2021, με ελάχιστες διαφορές στο μέγεθος των εξάρσεων. Σημειώνεται πως στην Ισπανία το φθινόπωρο του 2021 καταγράφηκε ισχυρό κύμα κρουσμάτων σε σχέση με τις υπόλοιπες 3 χώρες. Τα περισσότερα ισχυρά κύματα, (Σχήμα 3.2), εμφανίστηκαν σε Βουλγαρία, Ρουμανία, Κύπρο και Μάλτα, τα οποία ήταν 5. Η εμφάνιση των μεγάλων κορυφών πραγματοποιήθηκε σε ίδιες χρονικές περιόδους σε Βουλγαρία και Ρουμανία. Οι κορυφές σε όλες τις χώρες εξασθένησαν σημαντικά μετά την άνοιξη του 2023.

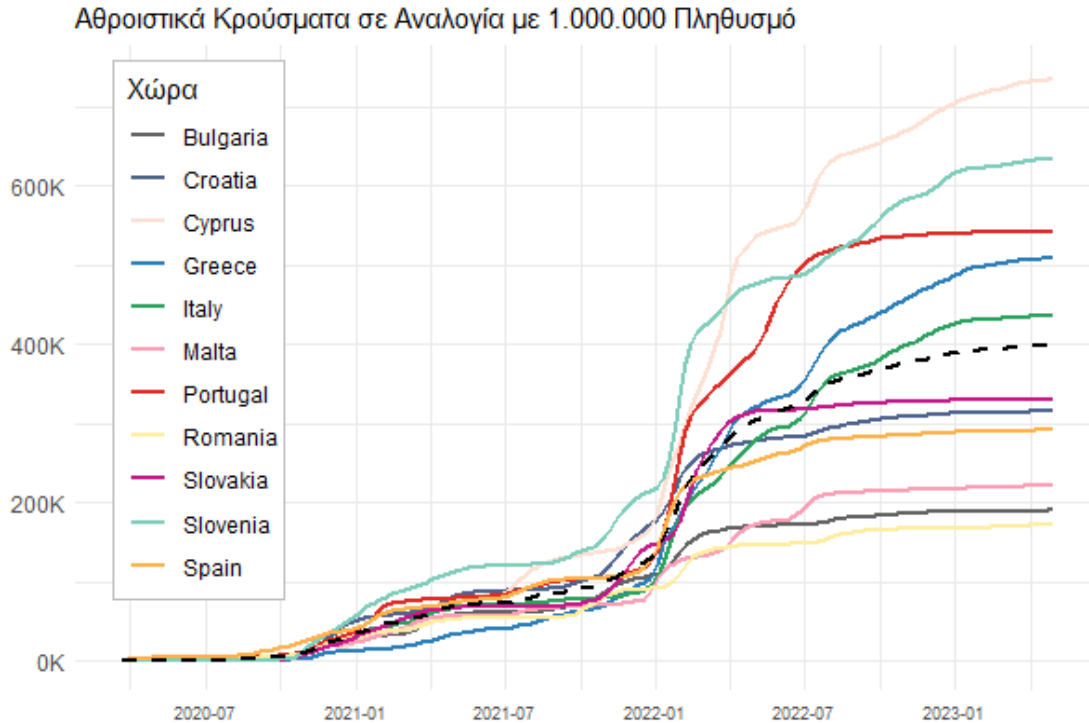
Οι διαφορές στις εξάρσεις και στον αριθμό των κυμάτων/κορυφών κατά την διάρκεια της πανδημίας, οφείλονται κατά κύριο λόγο σε δύο παράγοντες οι οποίοι αναλύονται στο Κεφάλαιο 4. Αυτοί οι παράγοντες είναι πρώτον η αυστηρότητα των περιοριστικών μέτρων που εφαρμόστηκαν για κάθε κράτος και δεύτερον η βαρύτητα των εμβολιαστικών δράσεων.



Σχήμα 3.3: Απεικόνιση αθροιστικών περιστατικών μόλυνσης από τον ιό για όλες τις χώρες μαζί. (Τα δεδομένα προέρχονται από την ιστοσελίδα who.int και είναι καταγεγραμμένα ανά εβδομάδα)

Στο Σχήμα 3.3 και 3.4 είναι εμφανές ότι στο διάστημα μεταξύ Οκτώβριο του 2021 και Φεβρουάριο 2022 υπήρξε εκθετική αύξηση των αθροιστικών κρουσμάτων σε όλες τις χώρες. Το χειμερινό αυτό κύμα της πανδημίας είχε παρόμοιες επιπτώσεις στις αυξήσεις των μολύνσεων σε όλες τις επικράτειες που αναφέρονται.

Μέχρι τα τέλη του Νοεμβρίου του 2022, η Ευρώπη βρέθηκε στην κορυφή των στατιστικών στοιχείων σχετικά με τον αριθμό κρουσμάτων και διαγνωστικών ελέγχων για τον κορονοϊό, παρόλο που αντιπροσωπεύει μόλις το 9.4% του παγκόσμιου πληθυσμού. Ωστόσο υπήρξαν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ περιοχών της Ευρώπης, με την νοτιοανατολική Ευρώπη να πλήττεται περισσότερο. Παρά τη συμμετοχή της Ευρωπαϊκής Ένωσης ως κοινό πλαίσιο συνεργασίας, δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφοροποίηση στον αριθμό κρουσμάτων και θανάτων μεταξύ των χωρών μελών και των χωρών εκτός Ευρωπαϊκής Ένωσης. Σε σύγκριση με άλλες περιοχές του κόσμου, η Ευρώπη είχε υψηλότερους μέσους όρους κρουσμάτων, θανάτων και διαγνωστικών ελέγχων ανά εκατομμύριο πληθυσμού, αν και ο δείκτης θνησιμότητας (CFR) ήταν χαμηλότερος από τον παγκόσμιο μέσο όρο. (Alrasheed A, 2023)



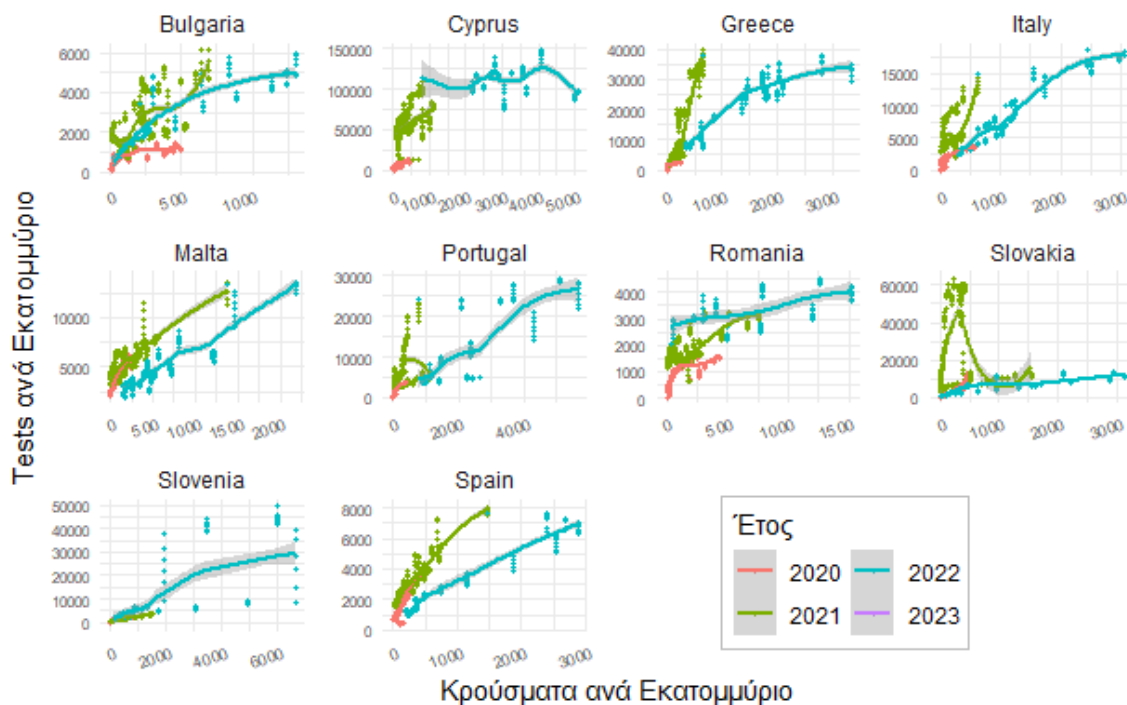
Σχήμα 3.4: Απεικόνιση αθροιστικών κρουσμάτων ανά εκατομμύριο. (Τα δεδομένα προέρχονται από την ιστοσελίδα ourworldindata.org και είναι καταγεγραμμένα ανά εβδομάδα)

Στο Σχήμα 3.4 πραγματοποιείται σύγκριση των αθροιστικών κρουσμάτων ανά εκατομμύριο πληθυσμό, από την αρχή της πανδημίας μέχρι 1<sup>η</sup> Ιουλίου του 2023. Η αναλογική σύγκριση βοηθάει ώστε να γίνει αντιληπτό ποιες χώρες κατέγραψαν αντιμετώπισαν το μεγαλύτερο πρόβλημα μολύνσεων από τον ιό, κατά την εξέλιξη της πανδημίας.

### ***Συσχέτιση διαγνωστικών ελέγχων με μολύνσεις και αναφορά επιπολασμού***

Τα αθροιστικά κρούσματα, η επίπτωση και το ποσοστό των θετικών διαγνωστικών ελέγχων έχουν άμεση συσχέτιση με τον αριθμό των test που πραγματοποιήθηκαν για την ανίχνευση της μόλυνσης. Αυτό υποδεικνύει ότι η αύξηση του αριθμού των διαγνωστικών ελέγχων μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση των επιβεβαιωμένων περιστατικών. Ωστόσο ο ρυθμός θνητότητας δείχνει χαμηλή συσχέτιση με αυτόν το δείκτη, δηλαδή οι αυξημένοι διαγνωστικοί έλεγχοι για την ανίχνευση του ιού, δεν οδηγούν απαραίτητα στην αύξηση των θανάτων από την νόσο. (Pilecco F., et al, 2021)

### Συσχέτιση Tests με Επιβεβαιωμένα Κρούσματα

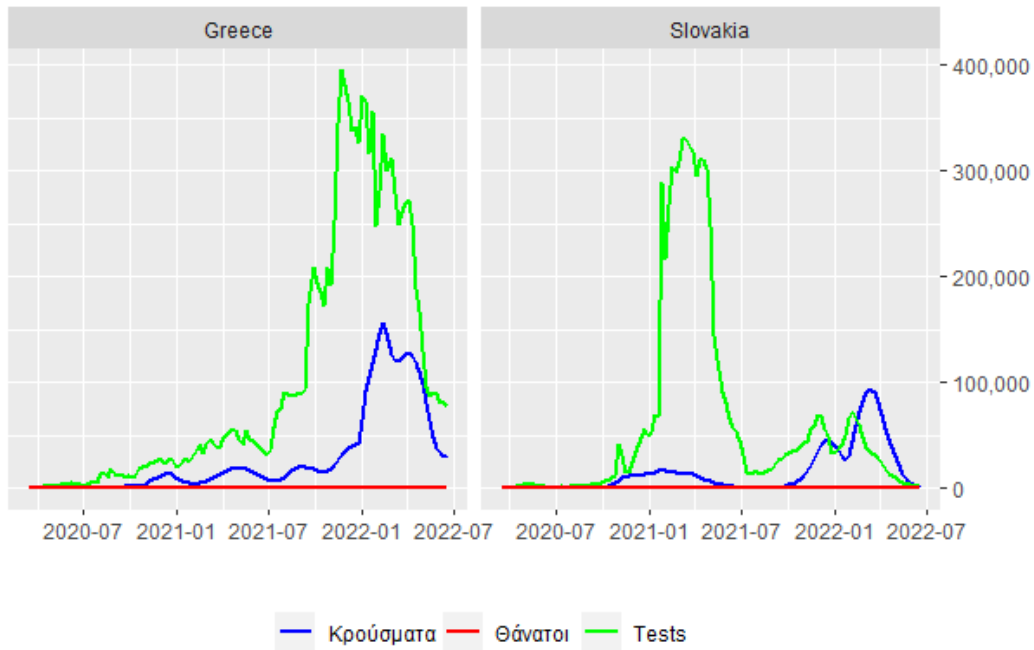


Σχήμα 3.5: Ομαδοποιημένη ανά έτος απεικόνιση διαγνωστικών ελέγχων που πραγματοποιήθηκαν ανά εκατομμύριο. (Τα δεδομένα προέρχονται από την ιστοσελίδα ourworldindata.org και είναι καταγεγραμμένα ανά εβδομάδα)

Στο Σχήμα 3.5 γίνεται απεικόνιση διαγνωστικών ελέγχων, για την ανίχνευση του ιού, που πραγματοποιήθηκαν ανά εκατομμύριο στον κάθετο άξονα, με επιβεβαιωμένα κρούσματα ανά εκατομμύριο στον οριζόντιο άξονα αντίστοιχα. Το σχεδιάγραμμα είναι ομαδοποιημένο ανά έτος και οι τιμές περιορίζονται από την αρχή της πανδημίας έως το Δεκέμβριο του 2022. Σε πολλές χώρες παρατηρείται μια γραμμικότητα των test που πραγματοποιήθηκαν με τα αντίστοιχα θετικά αποτελέσματα, δηλαδή τα επιβεβαιωμένα κρούσματα. Αυτό φαίνεται λογικό καθώς όταν αριθμός κρουσμάτων είναι υψηλότερος σε κάποια χρονικά διαστήματα σε σχέση με άλλα, καθορίζεται άμεσα και από το γεγονός ότι πραγματοποιήθηκαν περισσότερα test σε αυτά τα διαστήματα.

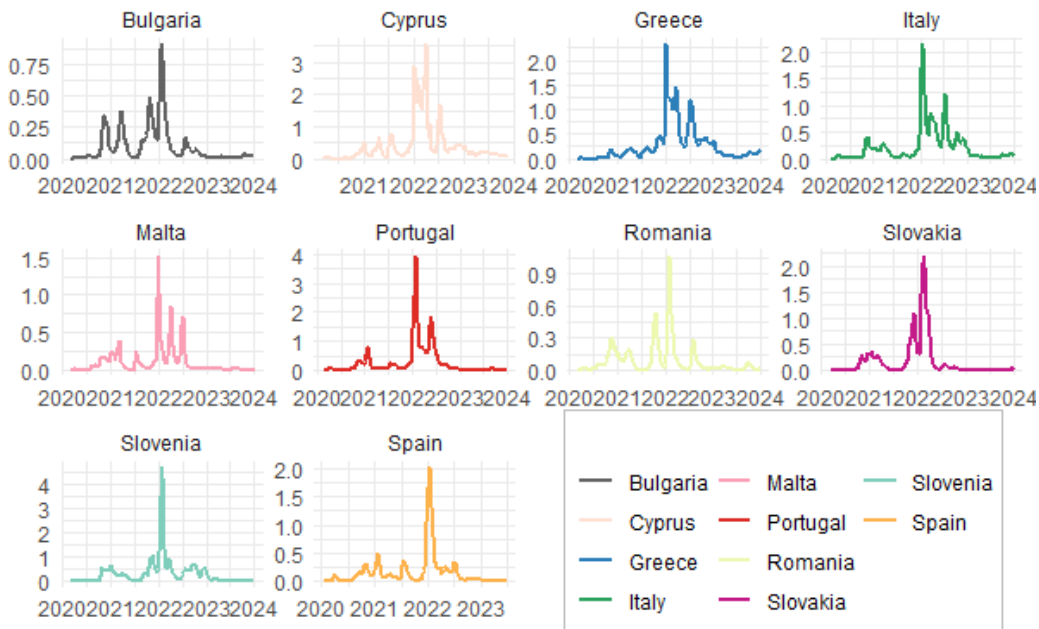
Στο παρακάτω Σχήμα 3.6, στην Ελλάδα ο αριθμός των κρουσμάτων αυξάνεται σε αναλογία με τους διαγνωστικούς ελέγχους (diagnostic tests). Η αναλογία αυτή όμως δεν είναι απόλυτη γεγονός που παρατηρείται στην Σλοβακία το 2021. Για παράδειγμα από τον Ιανουάριο έως τον Απρίλιο του 2021, καταγράφηκε υπερβολικά υψηλός αριθμός διαγνωστικών/προληπτικών ελέγχων στην Σλοβακία, σε σχέση με την πραγματική έξαρση του ιού εκείνη την περίοδο.

### Συσχέτιση Κρουσμάτων-Tests



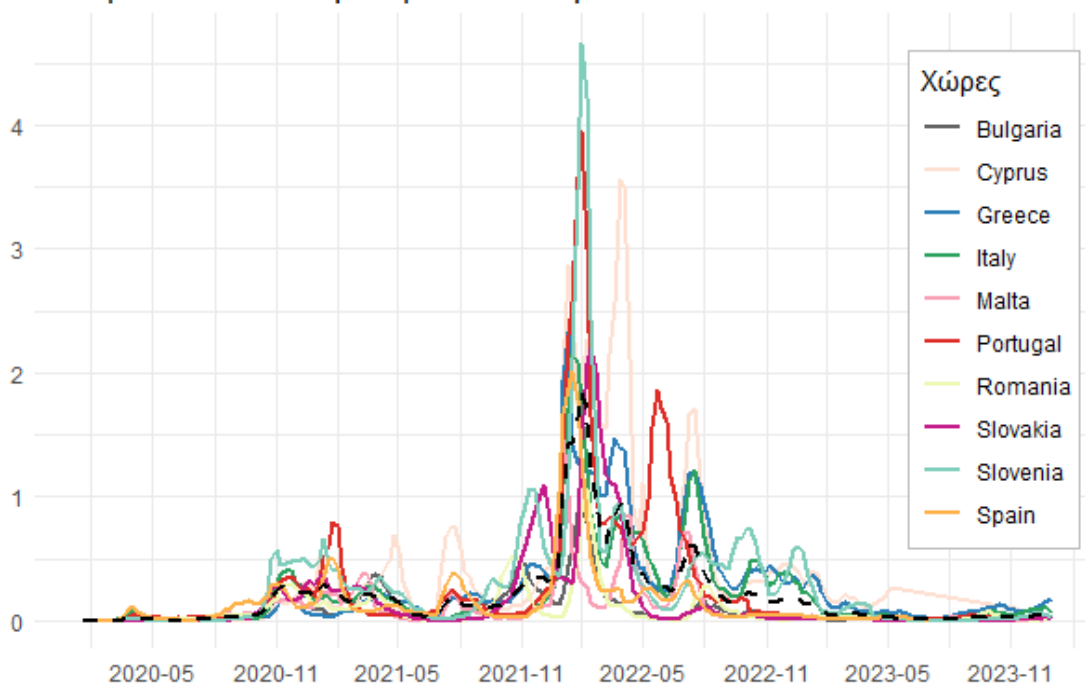
Σχήμα 3.6: Γραμμική απεικόνιση κρουσμάτων, θανάτων και διαγνωστικών Test σε Ελλάδα, Σλοβακία. (Τα δεδομένα προέρχονται από την ιστοσελίδα ourworldindata.org και είναι καταγεγραμμένα ανά εβδομάδα)

### Τάση του Επιπολασμού για κάθε Χώρα



Σχήμα 3.7: Εξέλιξη επιπολασμού για όλες τις χώρες. (Τα δεδομένα προέρχονται από την ιστοσελίδα ourworldindata.org και είναι καταγεγραμμένα ανά εβδομάδα)

### Τάση του Επιπολασμού για κάθε Χώρα

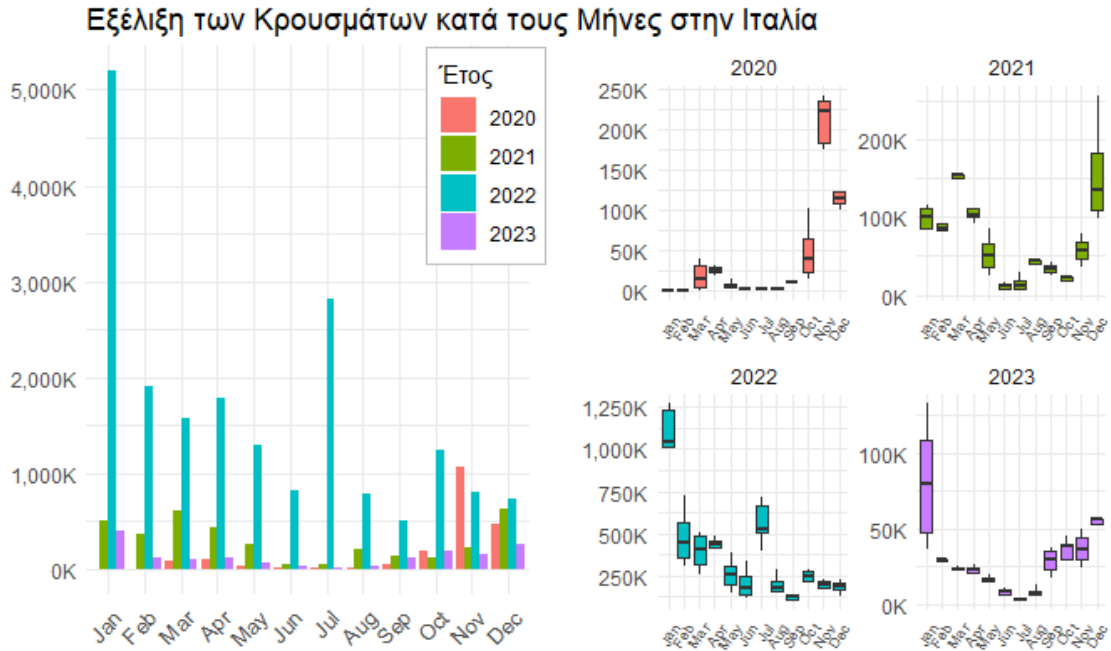


Σχήμα 3.8: Απεικόνιση επιπολασμού συγκριτικά για όλες τις χώρες. (Τα δεδομένα προέρχονται από την ιστοσελίδα ourworldindata.org και είναι καταγεγραμμένα ανά εβδομάδα)

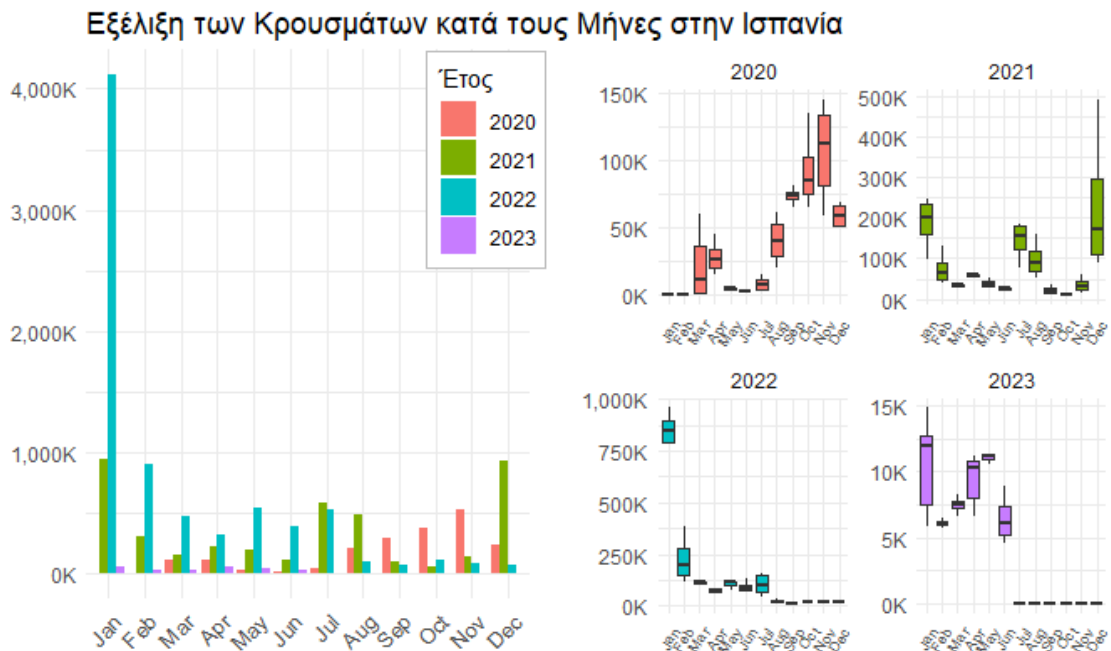
Στα Σχήματα 3.7 και 3.8 η τάση του επιπολασμού αναφέρεται στο ποσοστό του πληθυσμού που μολύνθηκε από τον ιό SARS-CoV-2 κατά τις χρονικές στιγμές, στην διάρκεια του Covid19. Με διακεκομμένη γραμμή αναπαρίσταται ο μέσος όρος των τιμών από όλες τις χώρες. Το χρονικό διάστημα περιορίζεται από την αρχή της πανδημίας έως το Δεκέμβριο του 2023. Υψηλά ποσοστά επιπολασμού ανέπτυξε η Σλοβενία, η Κύπρος και η Πορτογαλία σε σύγκριση με τις υπόλοιπες χώρες της νότιας Ευρώπης.

#### 3.1.2 Εποχή με Περισσότερα Κρούσματα

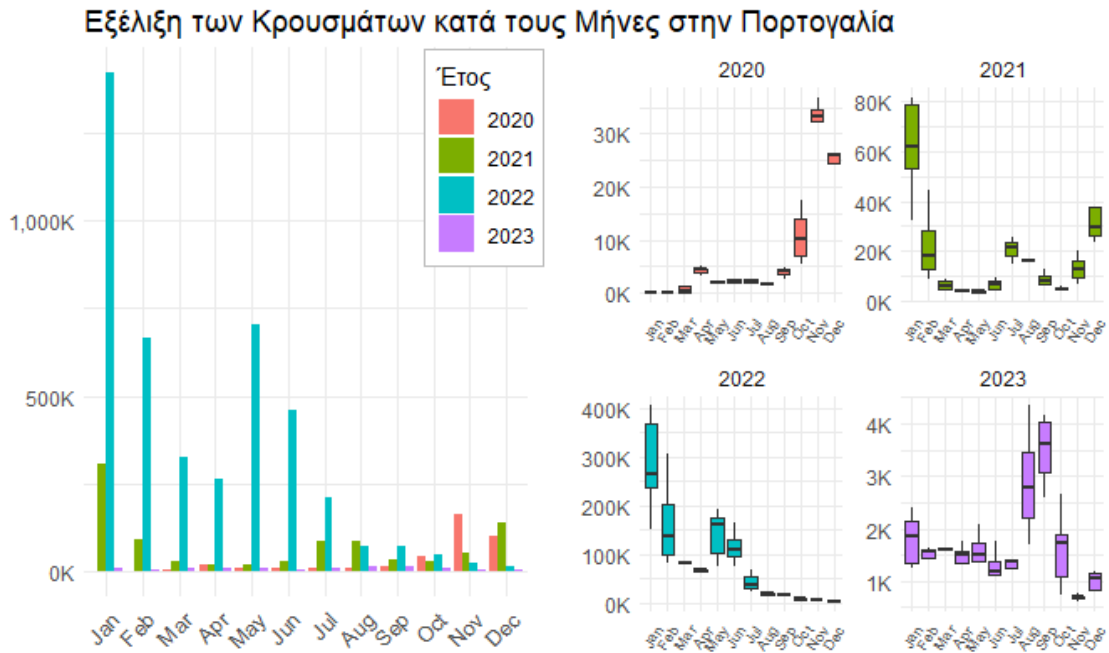
Σύμφωνα με μελέτες εμφανίζεται συσχέτιση μεταξύ της μετάδοσης του Covid-19 και μετεωρολογικών παραγόντων. Οι χαμηλές θερμοκρασίες και η χαμηλή απόλυτη υγρασία συμβάλει στην εξάπλωση του ιού και στην αύξηση των κρουσμάτων, σε σχέση με υψηλότερες θερμοκρασίες. Σύμφωνα με ανάλυση στο (PMC) διαπιστώνεται ότι οι χαμηλές θερμοκρασίες (7,5°C σε σύγκριση με 17,0°C) και η χαμηλή απόλυτη υγρασία (6,0 g/m<sup>3</sup> σε σύγκριση με 11,0 g/m<sup>3</sup>) συνδέονται με αυξημένη συχνότητα εμφάνισης του ιού, αναλογία κινδύνου για τη θερμοκρασία = 1,33 με 95% ΔΕ: 1,08-1,64 και για την απόλυτη υγρασία = 1,33 με 95% ΔΕ: 1,12-1,57. (L. Nottmeyer, 2023)



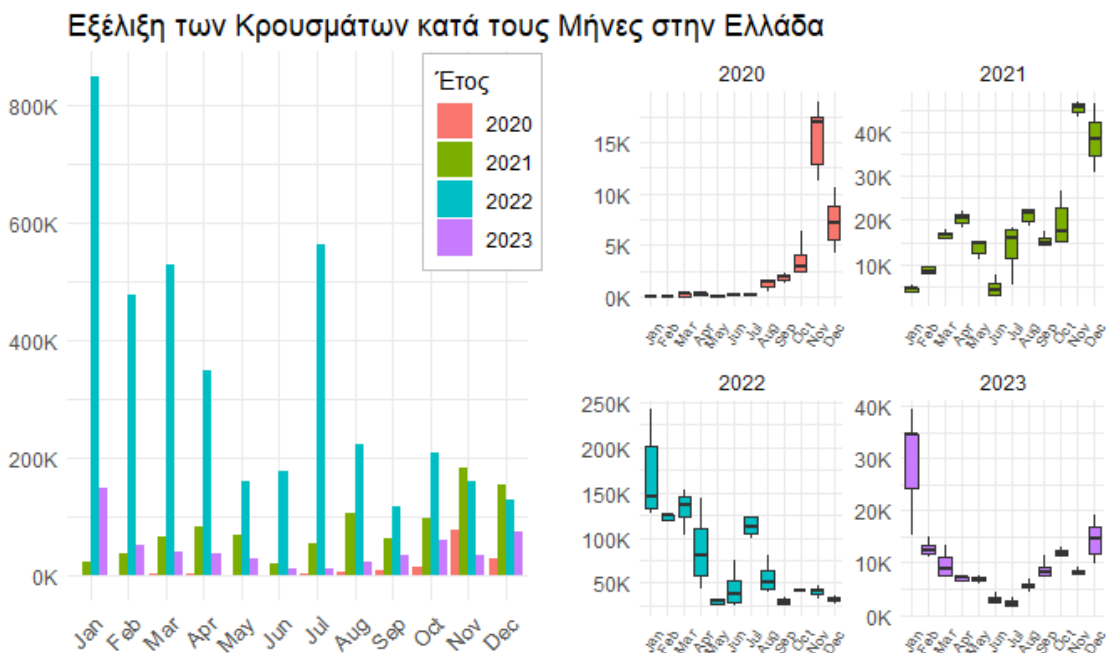
Σχήμα 3.9: Μηνιαία εξέλιξη κρουσμάτων σε Ιταλία. (Τα δεδομένα προέρχονται από την ιστοσελίδα who.int και είναι καταγεγραμμένα ανά ημέρα)



Σχήμα 3.10: Μηνιαία εξέλιξη κρουσμάτων σε Ισπανία. (Τα δεδομένα προέρχονται από την ιστοσελίδα who.int και είναι καταγεγραμμένα ανά ημέρα)



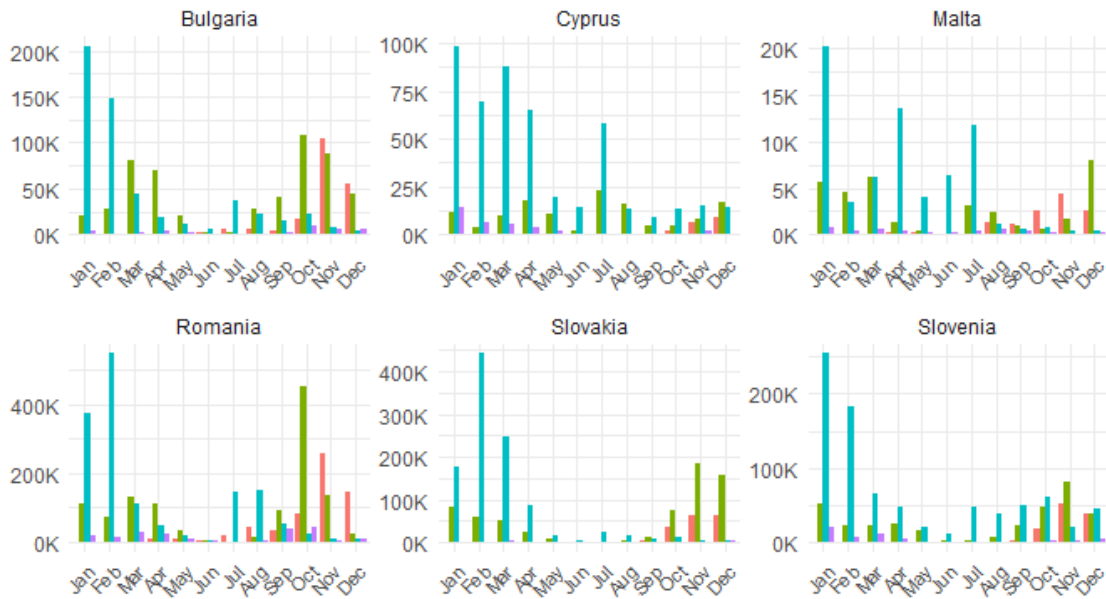
Σχήμα 3.11: Μηνιαία εξέλιξη κρουσμάτων σε Πορτογαλία. (Τα δεδομένα προέρχονται από την ιστοσελίδα who.int και είναι καταγεγραμμένα ανά ημέρα)



Σχήμα 3.12: Μηνιαία εξέλιξη κρουσμάτων σε Ελλάδα. (Τα δεδομένα προέρχονται από την ιστοσελίδα who.int και είναι καταγεγραμμένα ανά ημέρα)



### Εξέλιξη των Κρουσμάτων κατά τους Μήνες στις Υπόλοιπες Χώρες



Σχήμα 3.13: Μηνιαία εξέλιξη κρουσμάτων σε Βουλγαρία, Κύπρο, Μάλτα, Ρουμανία, Σλοβακία, Σλοβενία. (Τα δεδομένα προέρχονται από την ιστοσελίδα who.int και είναι καταγεγραμμένα ανά ημέρα)

Στα παραπάνω Σχήματα 3.9 έως 3.12 γίνεται παρουσίαση των συνολικών κρουσμάτων ανά μήνα, και των κατανομών τους ανά μήνα για τις 4 χώρες. Στο αριστερό γράφημα παρουσιάζεται το άθροισμα των επιβεβαιωμένων περιστατικών για κάθε μήνα ομαδοποιημένο ανά έτος. Στα Σχήματα 3.9, 3.10, 3.11 και 3.12 στο δεξί μέρος<sup>3</sup> (βλ. παράρτημα) του γραφήματος απεικονίζεται η διακύμανση των περιστατικών με την διάμεσο, για κάθε μήνα και έτος.

Από τα παραπάνω γραφήματα παρατηρείται ότι στις αρχές του 2022 και κυρίως τον Ιανουάριο 2022 υπήρξαν τα περισσότερα κρούσματα. Κυρίως στα δύο πρώτα έτη της πανδημίας, στις περισσότερες χώρες, κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, όπου η θερμοκρασία είναι υψηλότερη, φαίνεται ότι τα κρούσματα εξασθενούν σε σχέση με το χειμώνα. Συμπερασματικά το 2020 και 2021 φαίνεται πως ένας από τους παράγοντες όπου τα περιστατικά ήταν μειωμένα τους καλοκαιρινούς μήνες σε σχέση με τους χειμερινούς είναι η θερμοκρασία. Γεγονός που δεν υφίσταται το καλοκαίρι του 2022, καθώς σε Μάλτα, Κύπρο, Ελλάδα, Πορτογαλία και Ιταλία τα περιστατικά είναι αυξημένα και το καλοκαίρι.

Οι κρίσιμοι παράγοντες που συνέλαβαν στην αύξηση των κρουσμάτων το χειμώνα του 2021 και το έτος 2022, σε σχέση με την προηγούμενη σεζόν, ήταν η παραλλαγή του ιού SARS-CoV-2 σε συνδυασμό με την άρση των περιορισμών και των αυστηρών μέτρων από τις κυβερνήσεις. Μια ακόμη μεταβλητή ήταν η κατάσταση εμβολιασμού, καθώς μεταξύ

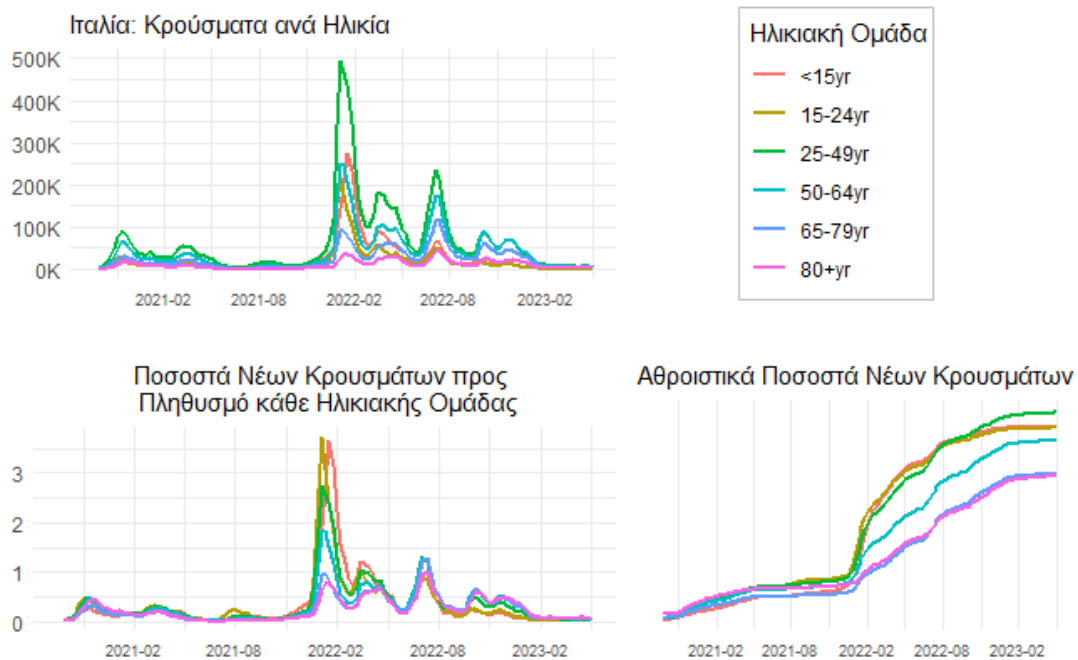
<sup>3</sup> Η επεξήγηση για την κατανομή των αριθμητικών δεδομένων, που παρουσιάζεται στα δεξιά των γραφημάτων 3.9 έως 3.12, βρίσκεται στην ενότητα Παράρτημα στο τέλος της διπλωματικής εργασίας

των δύο περιόδων 2021/2022 με 2022/2023 σημειώθηκε τεράστια πρόοδος στον παγκόσμιο εμβολιασμό. Την περίοδο 2022/2023 οι κύριες μεταβλητές αποτέλεσαν οι νέοι εμβολιασμοί με ισχυρότερες δυνατότητες ανοσοποιητικής προστασίας, ο αριθμός πτήσεων και υποπαράλλαγές του Omicron SARS-CoV-2. (M.Sobczak, R.Pawliczak, 2023)

Μελέτη του Πανεπιστημίου Cambridge εξέτασε την επίδραση της θερμοκρασίας στην εξάπλωση του κορονοϊού, ως γενικό φαινόμενο. Από συλλογή και ανάλυση δεδομένων εννέα περιοχών παγκοσμίως εξάχθηκε το συμπέρασμα ότι η αύξηση της θερμοκρασίας συνδέεται με τη μείωση των ημερήσιων κρουσμάτων, με μέσο χρόνο καθυστέρησης 9.7 ημέρες. Παρά τη δυσκολία των μετρήσεων, λόγω παραγόντων lockdowns, διακρίθηκε η αρνητική συσχέτιση και οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ο ιός SARS-CoV-2 εμφανίζει συμπεριφορά εποχικότητας. (A. Rouen, 2020)

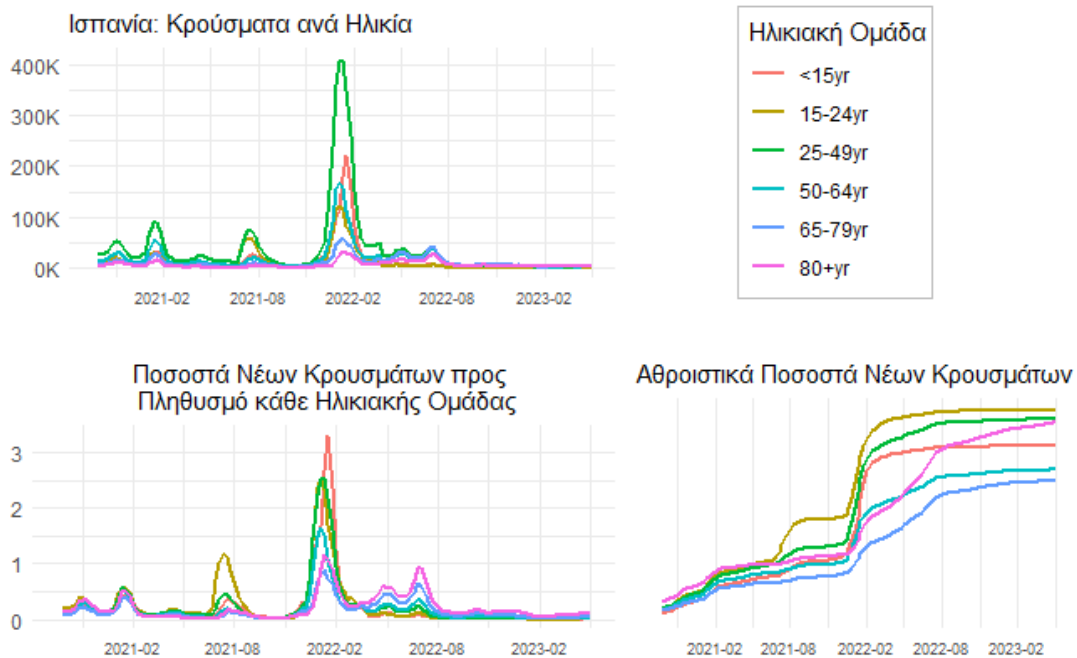
### 3.1.3 Δεδομένα Κρουσμάτων ανά Ηλικιακή Ομάδα

Οι μολύνσεις κατά τη διάρκεια της πανδημίας εμφάνισαν διαφορετική νοσηρότητα ανάλογα την ηλικιακή ομάδα. Το γεγονός αυτό αναλύεται σε αυτή την υποενότητα.



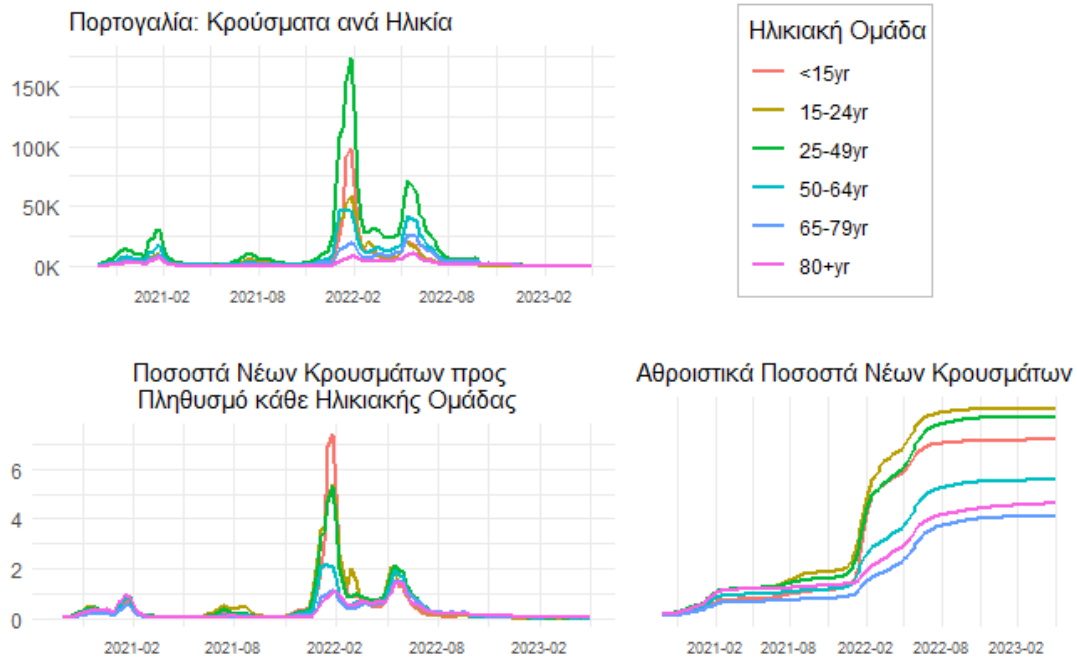
Σχήμα 3.14: Απεικόνιση κρουσμάτων και ποσοστών ανά ηλικιακή ομάδα σε Ιταλία. (Τα δεδομένα προέρχονται από την ιστοσελίδα [ecdc.europa](https://ecdc.europa.eu) και είναι καταγεγραμμένα ανά εβδομάδα)

Σε Ιταλία, (Σχήμα 3.14), τα περισσότερα κρούσματα υπήρξαν σε άτομα ηλικιών μεταξύ 25-49 ετών. Από τις αρχές του 2022 έως το καλοκαίρι του 2022 υπήρξε μεγάλη αύξηση κρουσμάτων στις νέες ηλικιακές ομάδες 15-24 και κάτω των 15 ετών. Από τα τέλη του 2021 παρατηρήθηκε σταδιακή εξέλιξη των κρουσμάτων σε μεσήλικες. Ιδιαίτερα κατά το χειμώνα του 2022, οι τρεις αυτές ομάδες παρουσίασαν υψηλές μολύνσεις σε σχέση με τις υπόλοιπες. Στις αρχές του καλοκαιριού του 2022, αλλά και το φθινόπωρο του ίδιου έτους αυξήθηκαν ανησυχητικά τα ποσοστά μολύνσεων στις δύο γηραιότερες ομάδες, της κατηγορίας 65-79 και 80+.

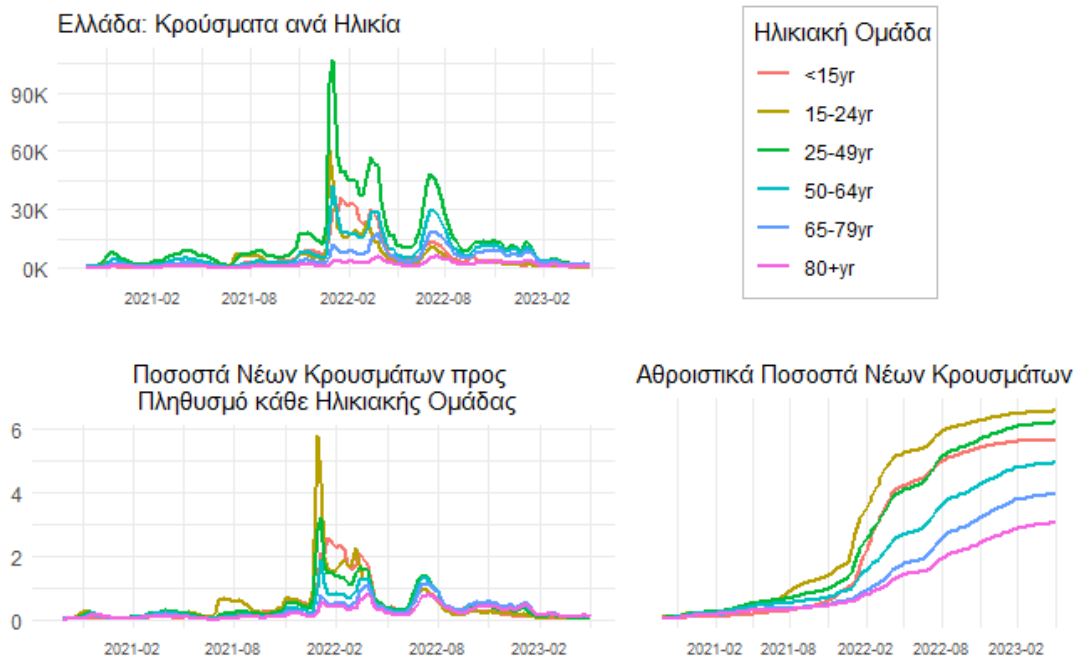


Σχήμα 3.15: Απεικόνιση κρουσμάτων και ποσοστών ανά ηλικιακή ομάδα σε Ισπανία. (Τα δεδομένα προέρχονται από την ιστοσελίδα [ecdc.europa](https://ecdc.europa) και είναι καταγεγραμμένα ανά εβδομάδα)

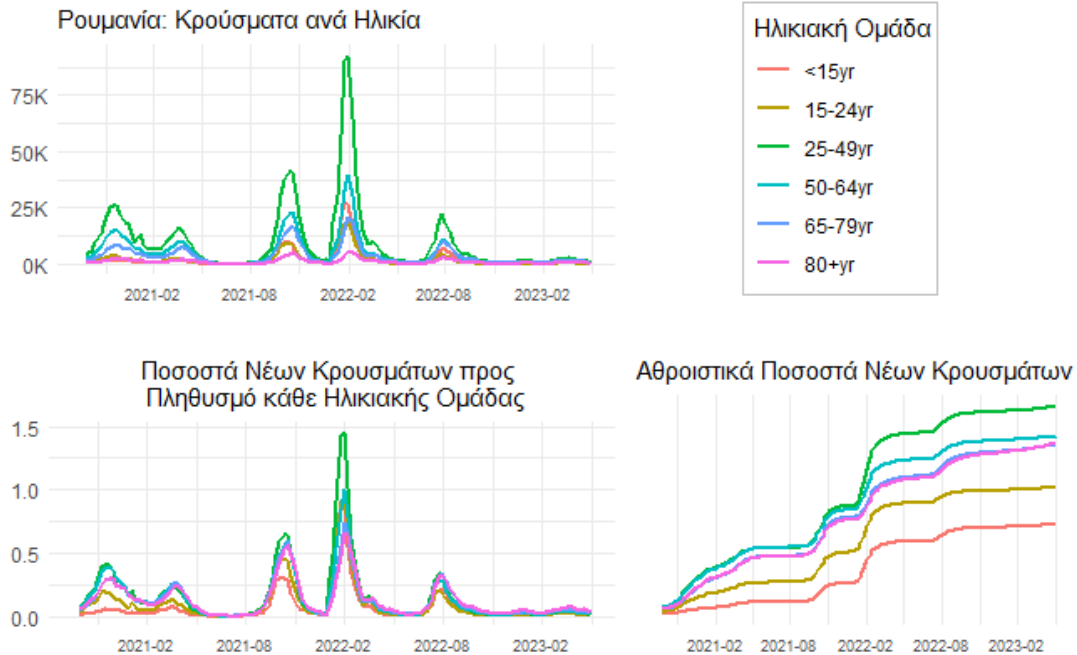
Στην Ισπανία, (Σχήμα 3.15), σχεδόν καθ' όλη τη διάρκεια της πανδημίας τα αθροιστικά ποσοστά κρουσμάτων ήταν υψηλότερα στην ομάδα 15-24, ενώ μεγάλη αύξηση παρατηρήθηκε στις αρχές του 2022 στις ηλικιακές ομάδες 25-49 και κάτω των 15. Επίσης μεγάλη αύξηση παρατηρήθηκε μετά το καλοκαίρι του 2022 σε ηλικιωμένους άνω των 80, οι οποίοι ξεπέρασαν σε νοσηρότητα τους ανήλικους και τους μεσήλικες. Το καλοκαίρι του 2021 παρατηρείται μεγάλη αύξηση στα ποσοστά των νέων 15-24, ενώ το καλοκαίρι του 2022 στα ποσοστά των ηλικιωμένων άνω 80.



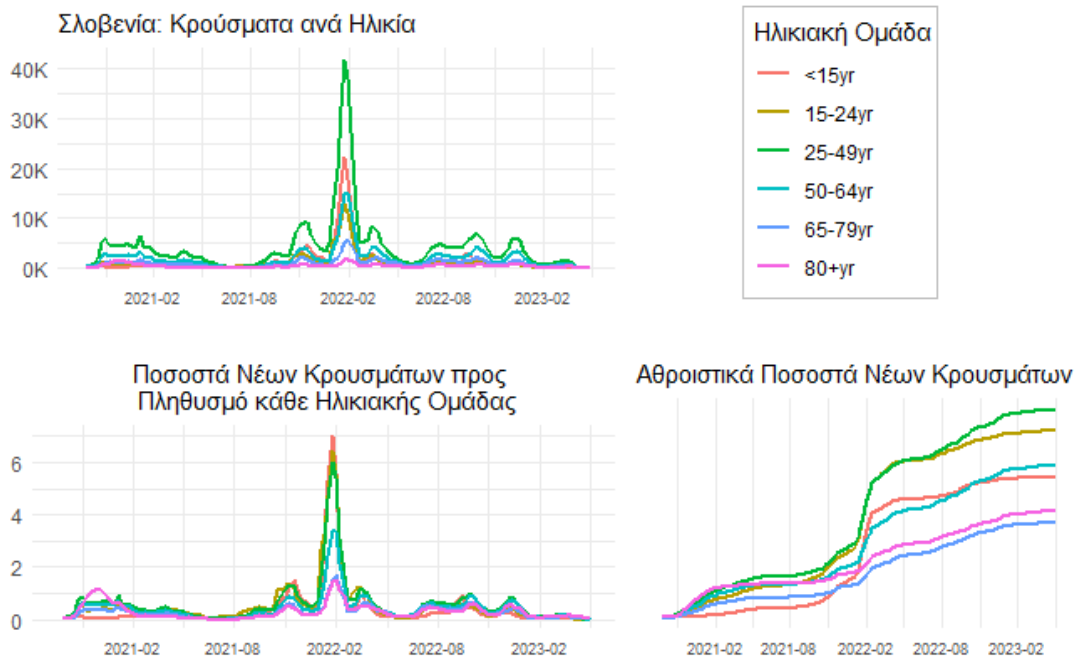
Σχήμα 3.16: Απεικόνιση κρουσμάτων και ποσοστών ανά ηλικιακή ομάδα σε Πορτογαλία. (Τα δεδομένα προέρχονται από την ιστοσελίδα [ecdc.europa](https://ecdc.europa) και είναι καταγεγραμμένα ανά εβδομάδα)



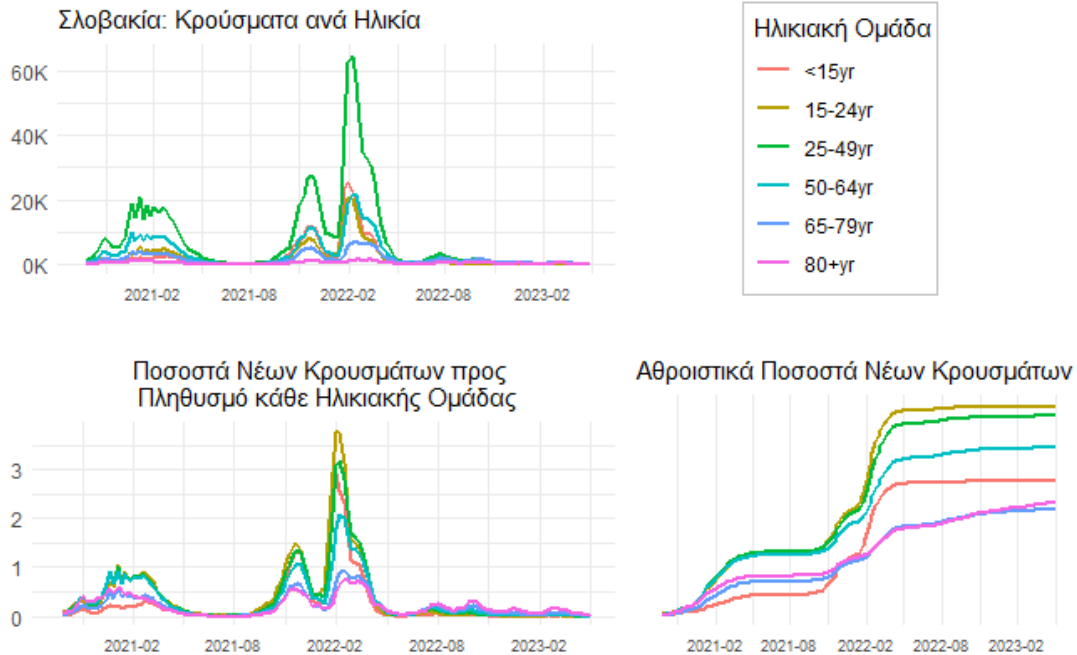
Σχήμα 3.17: Απεικόνιση κρουσμάτων και ποσοστών ανά ηλικιακή ομάδα σε Ελλάδα. (Τα δεδομένα προέρχονται από την ιστοσελίδα [ecdc.europa](https://ecdc.europa) και είναι καταγεγραμμένα ανά εβδομάδα)



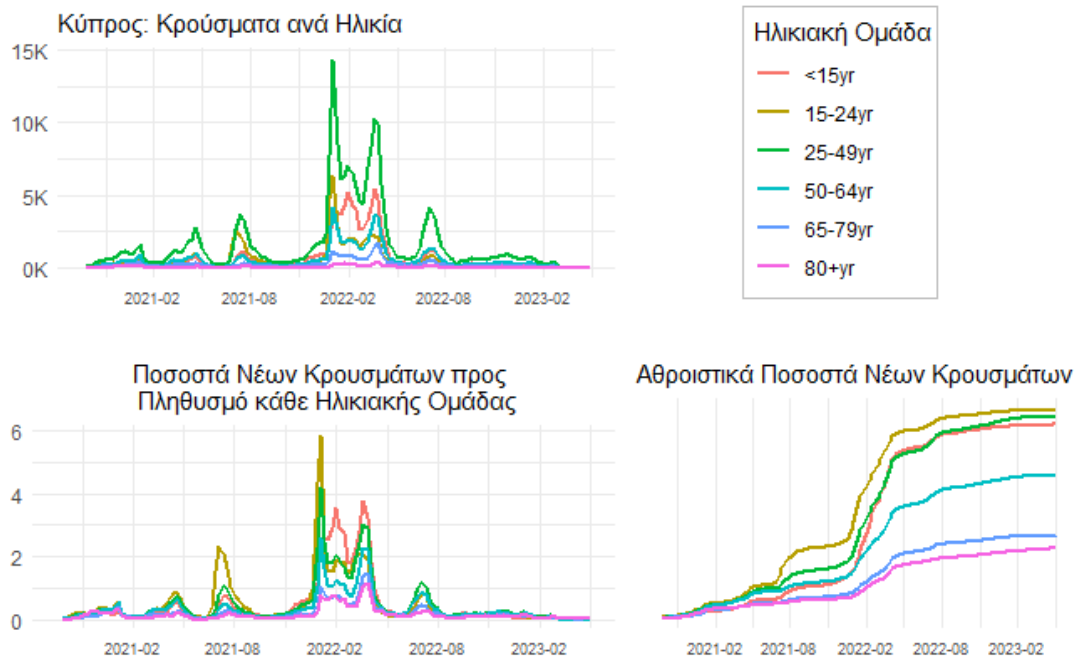
Σχήμα 3.18: Απεικόνιση κρουσμάτων και ποσοστών ανά ηλικιακή ομάδα σε Ρουμανία. (Τα δεδομένα προέρχονται από την ιστοσελίδα [ecdc.europa](https://ecdc.europa.eu) και είναι καταγεγραμμένα ανά εβδομάδα)



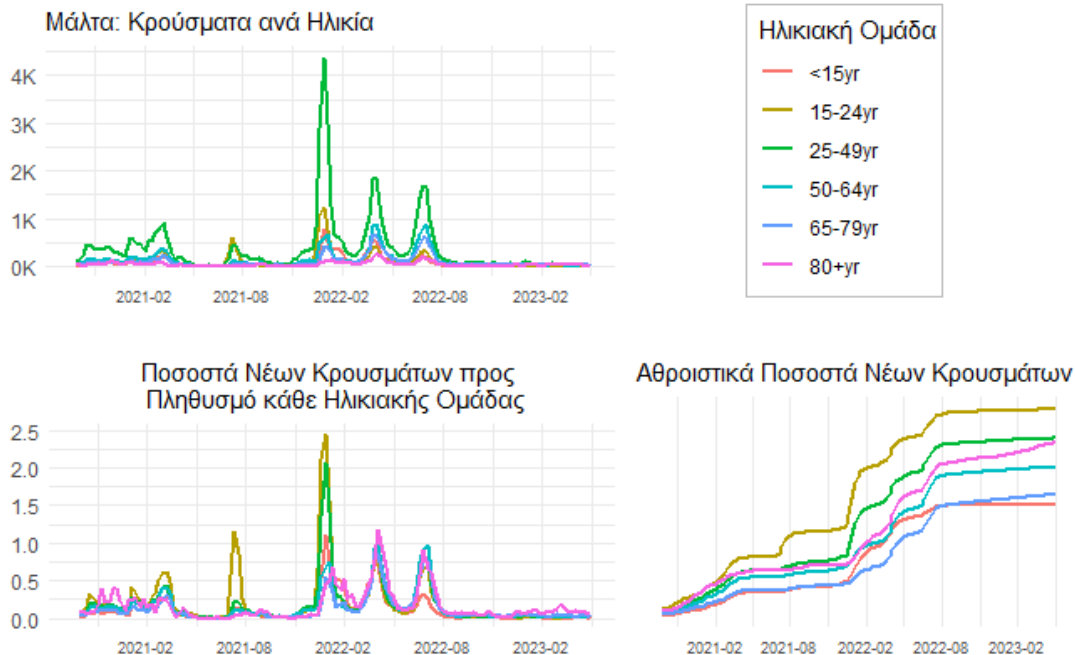
Σχήμα 3.19: Απεικόνιση κρουσμάτων και ποσοστών ανά ηλικιακή ομάδα σε Σλοβενία. (Τα δεδομένα προέρχονται από την ιστοσελίδα [ecdc.europa](https://ecdc.europa.eu) και είναι καταγεγραμμένα ανά εβδομάδα)



Σχήμα 3.20: Απεικόνιση κρουσμάτων και ποσοστών ανά ηλικιακή ομάδα σε Σλοβακία. (Τα δεδομένα προέρχονται από την ιστοσελίδα [ecdc.europa](https://ecdc.europa.eu) και είναι καταγεγραμμένα ανά εβδομάδα)



Σχήμα 3.21: Απεικόνιση κρουσμάτων και ποσοστών ανά ηλικιακή ομάδα σε Κύπρο. (Τα δεδομένα προέρχονται από την ιστοσελίδα [ecdc.europa](https://ecdc.europa.eu) και είναι καταγεγραμμένα ανά εβδομάδα)



Σχήμα 3.22: Απεικόνιση κρουσμάτων και ποσοστών ανά ηλικιακή ομάδα σε Μάλτα. (Τα δεδομένα προέρχονται από την ιστοσελίδα [ecdc.europa](https://ecdc.europa) και είναι καταγεγραμμένα ανά εβδομάδα)

Σε Πορτογαλία, (Σχήμα 3.16), υπήρξε παρόμοια εξέλιξη των κρουσμάτων ανά ηλικιακή ομάδα όπως στην Ισπανία, εκτός από την ομάδα των ηλικιωμένων όπου παρατηρείται ότι τα περιστατικά δεν ξέφυγαν σε μεγάλο βαθμό. Το χειμώνα του 2022 φαίνεται πως τα ποσοστά των ανήλικων κάτω των 15 ετών αυξήθηκαν κατά πολύ.

Στην Ελλάδα, (Σχήμα 3.17), τα επιβεβαιωμένα περιστατικά ξεχώρισαν σε νέους μεταξύ 15-24 με εκθετική αύξηση το φθινόπωρο του 2021. Ακολούθησαν οι ενήλικες 25-49 και τα ανήλικα παιδιά με ιδιαίτερη αύξηση στα τέλη του 2021. Το χειμώνα του 2022 το κύμα κρουσμάτων στα ποσοστά των νέων 15-24 ήταν υψηλότερο σε σχέση με τις υπόλοιπες ηλικιακές ομάδες.

Σε αντίθεση με τις παραπάνω χώρες στη Ρουμανία, (Σχήμα 3.18), η ηλικιακή ομάδα με τα περισσότερα κρούσματα καθ' όλη τη διάρκεια της πανδημίας ήταν η 25-49. Αξιοσημείωτο γεγονός είναι ότι υπήρξε μεγάλη εξέλιξη στα ποσοστά κρουσμάτων σε μεγάλες ηλικίες όπως 50-64, 65-79 και άνω των 80. Στη Ρουμανία οι μεσήλικες και οι ηλικιωμένοι φαίνεται ότι νόσησαν περισσότερο αναλογικά με τους νέους κάτω των 24 ετών.

Σε Σλοβενία, (Σχήμα 3.19), όπως σε Ρουμανία, η ηλικιακή ομάδα 25-49 νόσησε περισσότερο κατά τη διάρκεια της πανδημίας, ενώ εξίσου νόσησαν και οι νέοι 15-24. Οι ηλικιωμένοι άνω των 60 φαίνεται ότι προστατεύτηκαν καλύτερα, σε αντίθεση με τους

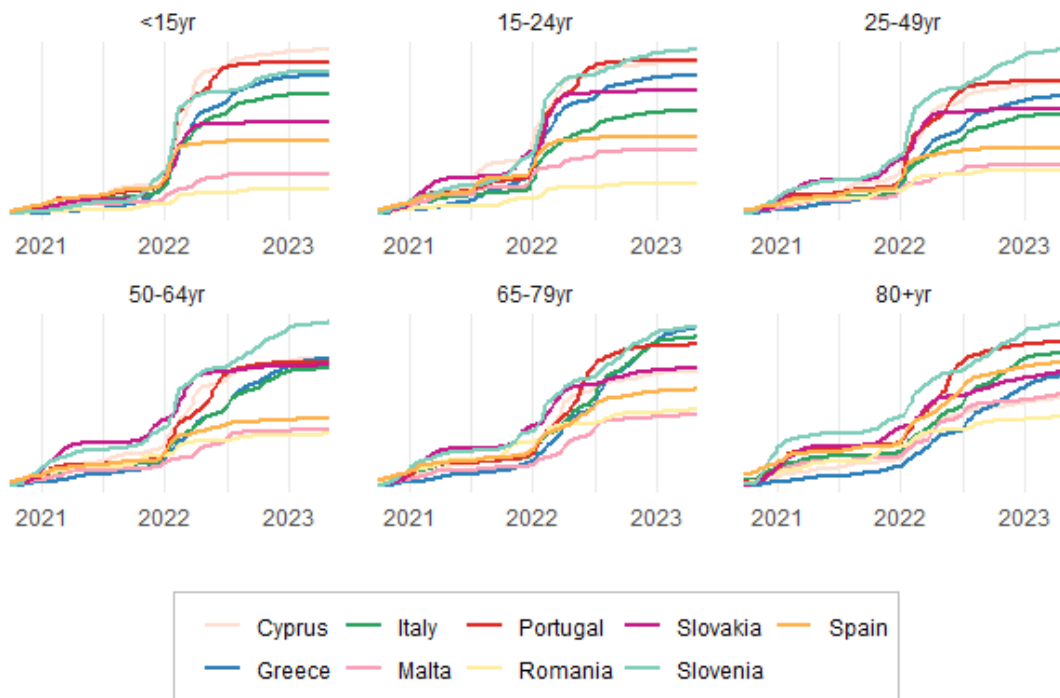
μεσήλικες 50-64 όπου μετά τα τέλη του 2021 υπήρξε μεγάλη αύξηση, όπως στους ανήλικους κάτω των 15. Το φθινόπωρο του 2020 φαίνεται ότι νόσησαν αρκετοί ηλικιωμένοι άνω των 80 ετών.

Σε Σλοβακία, (Σχήμα 3.20), το 2021 τα κρούσματα εμφανίστηκαν παρόμοια στις ηλικιακές ομάδες 15-24, 25-49 και 50-64, οι οποίες αποτέλεσαν τις ομάδες με τα περισσότερα κρούσματα. Μετά το πέρασμα του 2021 τα αθροιστικά ποσοστά παρέμειναν υψηλά στις 15-24 και 25-49. Το χειμώνα του 2021 υπήρξαν υψηλά ποσοστά σε μεσήλικες και νεότερους.

Στην επικράτεια της Κύπρου, (Σχήμα 3.21), τα κρούσματα ανά ηλικιακή ομάδα κατά τη διάρκεια του Covid19 εξελίχθηκαν παρομοίως με Ιταλία, Πορτογαλία και Ελλάδα. Οι τρεις ομάδες δηλαδή με ηλικία κάτω των 49 είχαν αναλογικά τα περισσότερα ποσοστά.

Στη Μάλτα, (Σχήμα 3.22), οι νέοι μεταξύ 15-25 παρουσίασαν την υψηλότερη νοσηρότητα με δύο μεγάλες εξάρσεις το καλοκαίρι του 2021 και το χειμώνα του 2022. Αξιοσημείωτο είναι ότι σε μεσήλικες 50-64 και ηλικιωμένους άνω των 80 παρατηρούνται υψηλότερα αθροιστικά ποσοστά σε σχέση με ανήλικους.

### Σύγκριση Αθροιστικών Ποσοστών Κρουσμάτων ανά Χώρα και Ηλικ.Ομάδα



Σχήμα 3.23: Πραγματοποιείται σύγκριση των αθροιστικών κρουσμάτων ανά 100.000 ομαδοποιημένα κατά ηλικιακή ομάδα και χώρα. Τα κρούσματα στο γράφημα είναι σε αναλογία ανά 100.000 πληθυσμό και καταγεγραμμένα ανά 14 ημέρες. Τα δεδομένα στο γράφημα είναι από Σεπτέμβριο του 2020 έως Ιούνιο του 2023. (Τα δεδομένα προέρχονται από την ιστοσελίδα [ecdc.europa](https://ecdc.europa.eu))

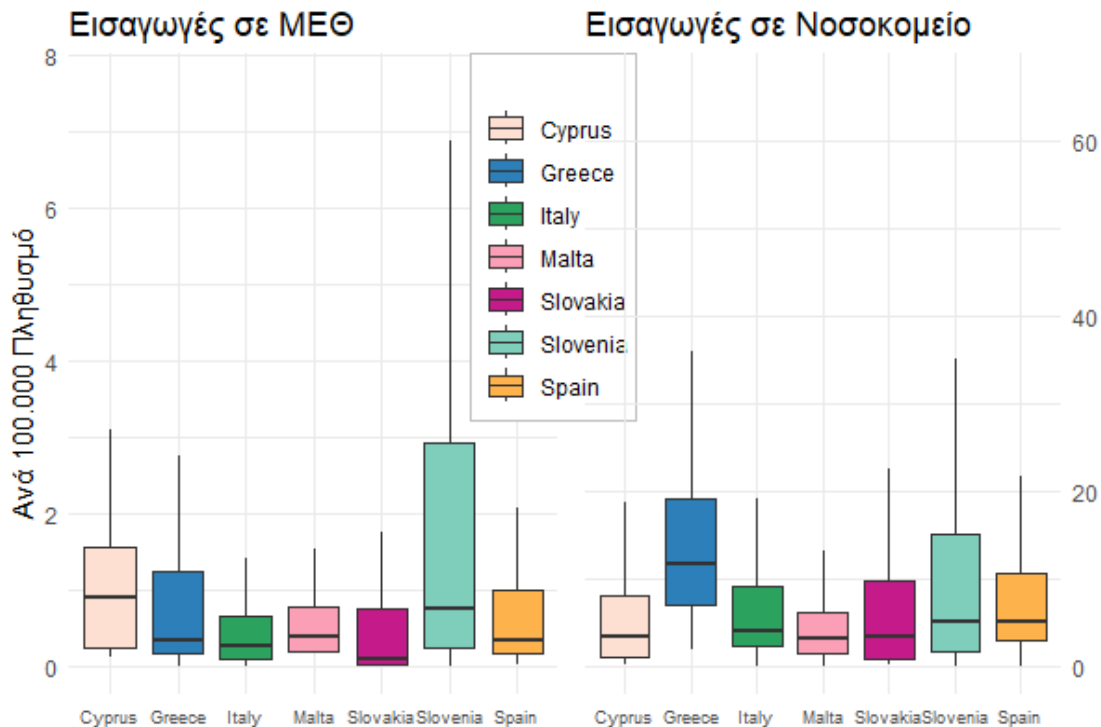


Στο Σχήμα 3.23 διακρίνεται σε ποιες χώρες και πως εξελίχθηκαν τα περισσότερα περιστατικά ανά ηλικιακή ομάδα. Οι χώρες με τα περισσότερα αναλογικά περιστατικά σε βάθος χρόνου σε ηλικίες κάτω των 15 ήταν η Κύπρος, η Πορτογαλία και η Σλοβενία. Μετά το ισχυρό πανευρωπαϊκό κύμα του χειμώνα 2021-2022 τα συνολικά κρούσματα ανηλίκων αυξήθηκαν σημαντικά σε Ελλάδα, Ιταλία. Οι νέοι ηλικίας από 15 έως 24 είχαν καθοριστικό ρόλο στην έκβαση και στη διασπορά της πανδημίας. Στις αρχές της πανδημίας τα μεγαλύτερα ποσοστά των περιστατικών των νέων είχε η Ισπανία, κατά τη διάρκεια του 2021 η Σλοβενία, το 2022 η Κύπρος. Μετά τον Ιανουάριο του 2022, μαζί με την Κύπρο, «έπιασαν» την κορυφή Πορτογαλία και Σλοβενία. Βέβαια η επικινδυνότητα του ιού είχε κατευνάσει μετά το 2022, όπως θα αναλυθεί στην ενότητα 3.2. Όσον αναφορά την ηλικιακή ομάδα 25 έως 49, το 2021 τα ποσοστά ήταν υψηλότερα σε Σλοβακία και Σλοβενία, ενώ το έτος 2022 και σε Κύπρο. Έπειτα τα κρούσματα αυτής της ομάδας ξεχώρισαν στην Ισπανία το 2022, με τη Σλοβενία να κατέχει την κορυφή. Παρόμοια εξέλιξη υπήρξε και την ηλικιακή ομάδα 50-64 με κάποιες διαφορές μετά την άνοιξη του 2022. Οι ηλικίες άνω των 65 ετών βρίσκονταν σε άμεσο κίνδυνο από την πρόσληψη του ιού, ιδιαίτερα στις αρχές της πανδημίας όπου οι εμβολιασμοί δεν είχαν αρχίσει. Συγκεκριμένα στην ομάδα μεταξύ 65-79 με την εμφάνιση της πανδημίας τα περισσότερα κρούσματα καταγράφηκαν σε Ισπανία και Ρουμανία, ενώ στη συνέχεια τα ποσοστά «ξεχώρισαν» σε Σλοβακία και Σλοβενία από το 2021. Μεγάλη αύξηση υπήρξε σε Πορτογαλία την άνοιξη του 2022 και έπειτα σε Ιταλία, Ελλάδα. Στους ηλικιωμένους άνω των 80 παρόμοια τα ποσοστά ήταν αυξημένα σε Ισπανία στην αρχή την πανδημίας, ενώ στη συνέχεια αυξήθηκαν σε εκθετικά σε Σλοβενία στα τέλη 2020. Μεγάλη αύξηση καταγράφηκε σε Ισπανία την άνοιξη του 2022. Σε αντίθεση τα χαμηλότερα ποσοστά σε αυτήν την κατηγορία ηλικιωμένων κατείχε η Ελλάδα, κατά την «επικίνδυνη» περίοδο της πανδημίας.

#### **3.1.4 Εισαγωγές σε Νοσοκομεία και Μονάδες Εντατικής Θεραπείας**

Η τάση των νοσηλειών στα νοσοκομεία ήταν αυξημένη κατά τις χειμερινές περιόδους από το Νοέμβριο μέχρι τον Απρίλιο. Παρατηρήθηκε ότι στη χειμερινή αυτή περίοδο, οι εισαγωγές στα νοσοκομεία ήταν αυξημένες περίπου κατά 8 ανά 100.000 πληθυσμό, σε σχέση με την καλοκαιρινή περίοδο. Αυτή η τάση παρατηρήθηκε σε όλη την επικράτεια της Ευρώπης. (Timothy L. Wiemken, 2023)

Κατά τα δύο πρώτα έτη της πανδημίας σε Ελλάδα, από το Φεβρουάριο του 2020 έως τον Ιανουάριο του 2022 μελέτη, σε πέντε πανεπιστημιακά νοσοκομεία της Ελλάδας, έδειξε ότι ο μέσος όρος ηλικίας εισαγωγών σε Μονάδες Εντατικής Θεραπείας ήταν 64,9 ( $\pm 13,27$ ) έτη. Το ερευνητικό δείγμα αποτέλεσε 1462 ασθενείς (66,35% άνδρες) με καταγεγραμμένο ποσοστό θνησιμότητας στις 28 ημέρες 35,99% (δηλαδή 528 απώλειες), ενώ η συνολική ενδονοσοκομειακή θνησιμότητα ήταν 50,96%. (P.Fragkou, 2024)



Σχήμα 3.24: Διακύμανση των νέων εισαγωγών σε ΜΕΘ και νοσοκομεία. (Τα δεδομένα προέρχονται από την ιστοσελίδα [ecdc.europa](https://ecdc.europa.eu))

Στο Σχήμα 3.24 παρουσιάζεται η διακύμανση <sup>4</sup>(βλ. παράρτημα) των νέων εισαγωγών σε μονάδες εντατικής θεραπείας (ΜΕΘ) και των νέων εισαγωγών σε νοσοκομεία λόγω Covid19, σε αναλογία 100.000 ατόμων. Οι νέες εισαγωγές είναι καταμετρημένες ανά εβδομάδα από την αρχή της πανδημίας μέχρι τον Ιούνιο του 2023. Η χρήση αναλογίας βοηθάει στην προσαρμογή των δεδομένων σε πληθυσμιακές διαφορές, για τη σύγκριση μεταξύ περιοχών με διαφορετικό πληθυσμό.

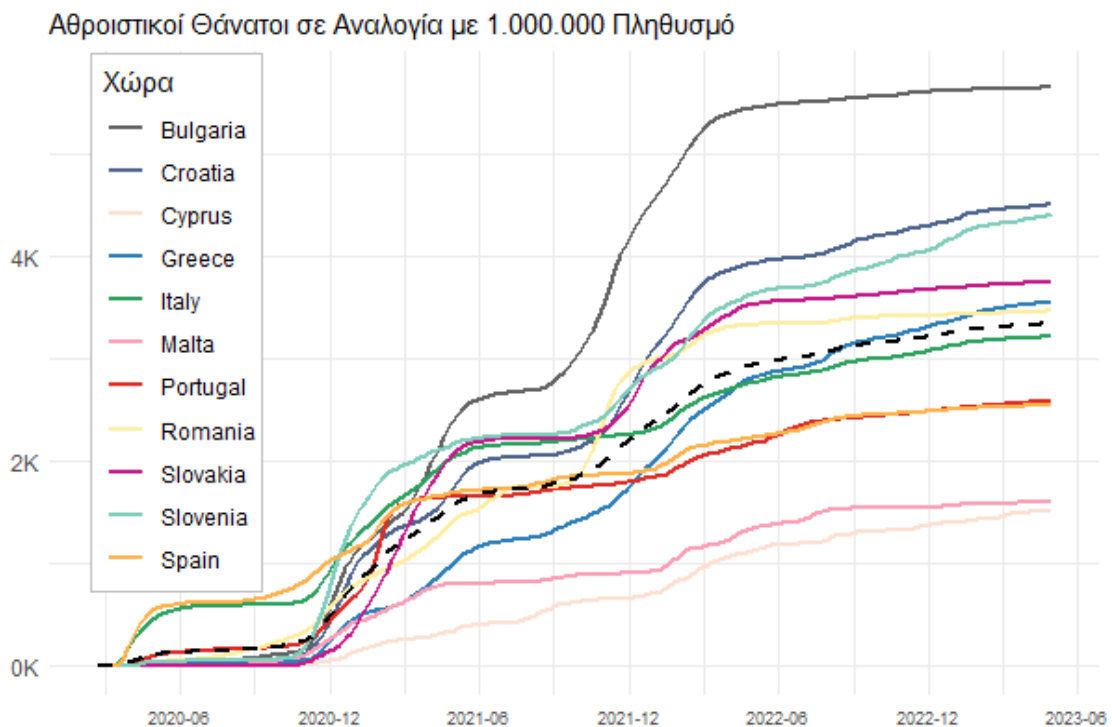
Από το εύρος των τιμών του IQR παρατηρείται ότι η Σλοβενία αντιμετώπισε σοβαρό πρόβλημα με το 50% των ποσοστών των περιστατικών που χρειάστηκαν ΜΕΘ ήταν μεταξύ 0,000005-0,00003. Επιπλέον κατά τη διάρκεια της πανδημίας η Κύπρος εμφανίζει υψηλή διάμεσο στις εισαγωγές ΜΕΘ. Στα δεξιά του γραφήματος η Ελλάδα φαίνεται να έχει υψηλό ποσοστό σε εισαγωγές στα νοσοκομεία.

<sup>4</sup> Η επεξήγηση για την κατανομή των αριθμητικών δεδομένων, βρίσκεται στην ενότητα Παράρτημα (BoxPlot) στο τέλος της διπλωματικής εργασίας.

## 3.2 Απεικόνιση Δεδομένων Θνητότητας για τις Χώρες της νότιας Ευρώπης κατά τη Διάρκεια του Covid-19

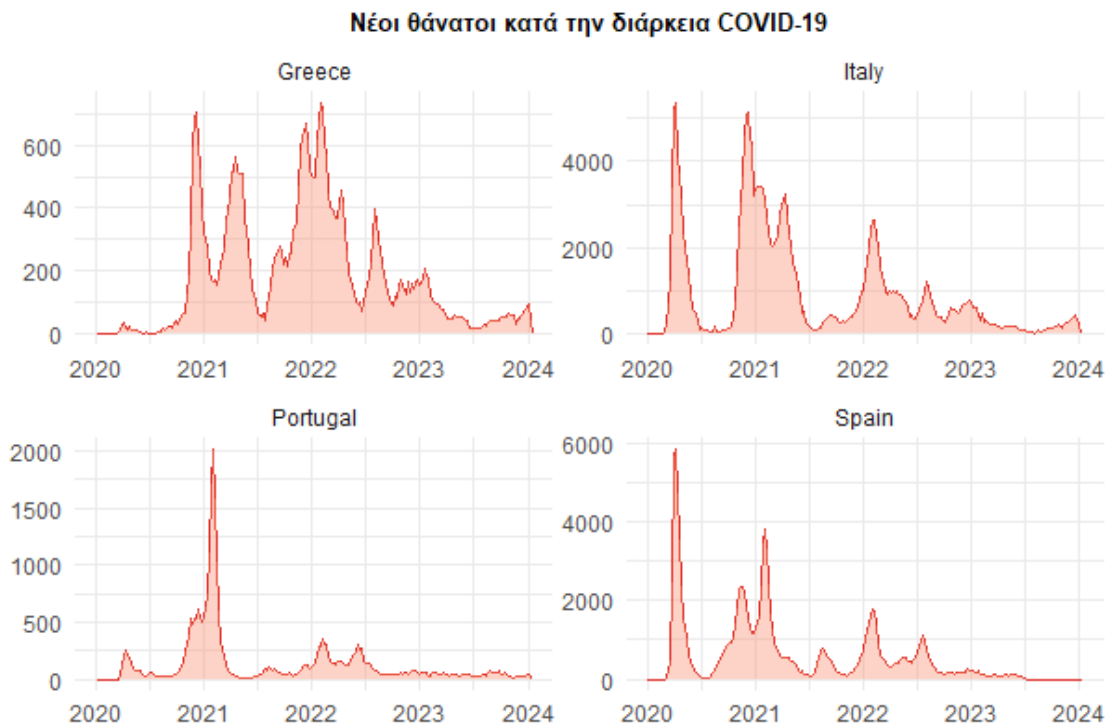
### 3.2.1 Εξέλιξη Θανάτων και Ποσοστών Θνητότητας

Η πανδημία του Covid-19 είχε κρίσιμες επιπτώσεις στην υγεία προκαλώντας εκθετική αύξηση των ποσοστών θνητότητας. (M. Serapioni, P. Hespanha, 2023). Η πανδημία παρουσίασε υψηλά ποσά αθροιστικών θανάτων μέχρι τον Οκτώβριο του 2023 στην ΕΕ, όπου πάνω από 1.1 εκατομμύρια άνθρωποι έχασαν τη ζωή τους. Η συντριπτική πλειοψηφία των ανθρώπων αυτών, περίπου το 90%, ήταν ηλικίας άνω των 60 ετών. Τα υψηλότερα ποσοστά θνησιμότητας στην Ευρώπη καταγράφηκαν σε Βουλγαρία, Κροατία, Σλοβενία, Τσεχία, Ουγγαρία, Σλοβακία, Ρουμανία ενώ αντίστοιχα τα χαμηλότερα σε βόρειες χώρες όπως Ισλανδία, Νορβηγία. Η διαφορά σε αυτά τα ποσοστά εξαρτήθηκαν από τη διαφορετική ηλικιακή δομή του πληθυσμού, την αποτελεσματικότητα των στρατηγικών περιορισμού, τη δυναμική των συστημάτων υγείας και τη δράση εμβολιασμού από κάθε χώρα. Πολλές χώρες της νοτιοανατολικής Ευρώπης πλήγηκαν δραματικά από τον ιό την Άνοιξη και το φθινόπωρο του 2020 κατά το πρώτο κύμα, Σχήμα 3.25. (oecd.org, 2022)



Σχήμα 3.25: Εξέλιξη των αθροιστικών θανάτων σε αναλογία 1.000.000 πληθυσμού, για όλες τις χώρες. (Τα δεδομένα προέρχονται από την ιστοσελίδα ourworldindata.org και είναι καταγεγραμμένα ανά εβδομάδα)

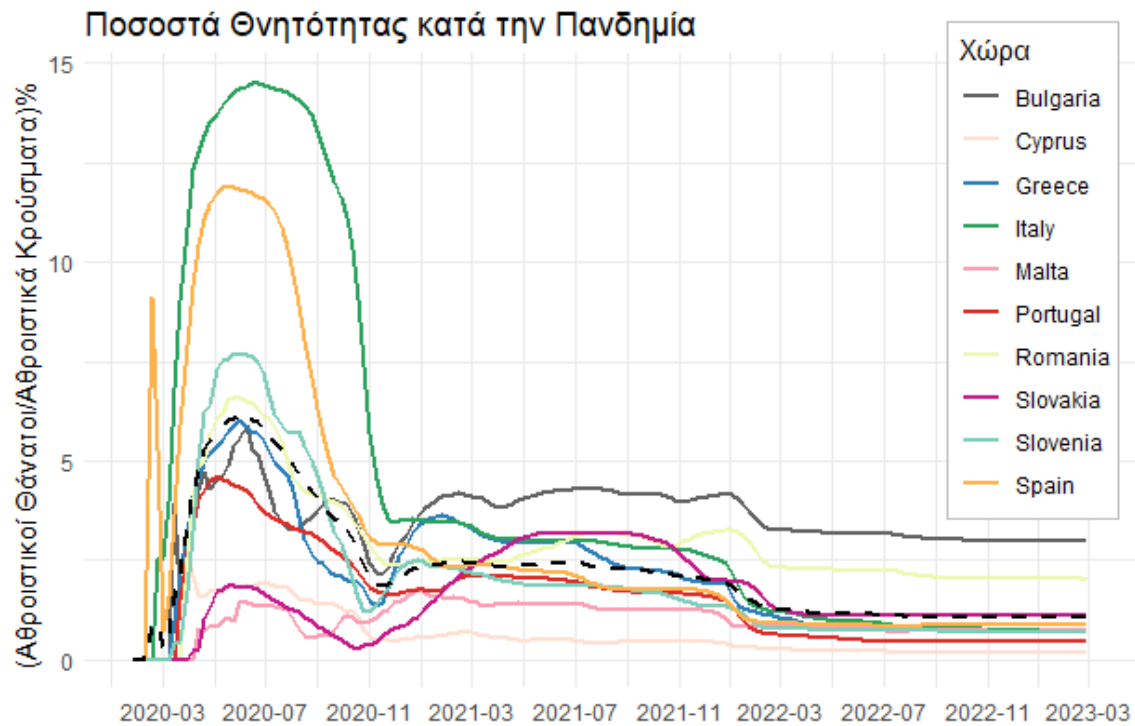
Στο Σχήμα 3.25 απεικονίζεται η εξέλιξη των αθροιστικών θανάτων που οφείλονται στον Covid-19, μέχρι τον Ιούλιο του 2023, σε αναλογία 1.000.000 πληθυσμού, για τις χώρες τις νότιας Ευρώπης. Με διακεκομμένη γραμμή αναπαρίσταται ο μέσος όρος των τιμών από όλες τις χώρες. Φαίνεται πως Ισπανία και Ιταλία έχει τις περισσότερες αναλογικές απώλειες με την εμφάνιση της πανδημίας. Το γεγονός αυτό παρατηρείται και στις υψηλές κορυφές στο Σχήμα 3.26 για αυτές τις δύο χώρες. Στη συνέχεια μεγάλη αύξηση παρατηρείται σε Σλοβενία τα τέλη του 2020. Στη Βουλγαρία η αύξηση των θανάτων αναλογικά συνεχίστηκε σε μεγάλο βαθμό και ένα σημαντικός παράγοντας ήταν οι ανεπαρκείς εμβολιασμοί. Η συσχέτιση θανάτων/εμβολιαστικών δράσεων θα αναλυθεί περαιτέρω στο επόμενο Κεφάλαιο 4.



Σχήμα 3.26: Εξέλιξη των νέων επιβεβαιωμένων θανάτων λόγω Covid για Ελλάδα, Ιταλία, Πορτογαλία, Ισπανία. (Τα δεδομένα προέρχονται από την ιστοσελίδα who.int και είναι καταγεγραμμένα ανά εβδομάδα)

Στη νότια Ευρώπη τα υψηλότερα ποσοστά θνητότητας καταγράφηκαν στα βαλκάνια. Μέχρι το Νοέμβριο του 2022 σε Βουλγαρία είχαν καταγραφεί 5.558 θάνατοι ανά εκατομμύριο, Βοσνία (4.986), Β.Μακεδονία (4.597), Μαυροβούνιο (4.443), Κροατία (4.266), Σλοβακία (3.797), Ρουμανία (3.535), Σλοβενία (3.336). Ενώ τα αντίστοιχα ποσοστά στις Μεσογειακές χώρες ήταν χαμηλότερα μέχρι εκείνη την ημερομηνία, σε Ελλάδα (3.313), Ιταλία (3.005), Πορτογαλία (2.510), Ισπανία (2.481) και Μάλτα (1.822). Βασικός παράγοντας των υψηλών ποσοστών θνητότητας στις βαλκανικές χώρες ήταν η χαμηλή κάλυψη εμβολίων στο πληθυσμό, σε σχέση με τις Μεσογειακές χώρες αλλά και

την υπόλοιπη Ευρώπη. Εκτός από την Κροατία και τη Σλοβενία στις υπόλοιπες αναφερόμενες βαλκάνιες χώρες το ποσοστό του πληθυσμού που είχε ολοκληρώσει μέχρι τότε τους αρχικούς εμβολιασμούς ήταν κάτω του 46%. (A. Alrasheed, 2023)

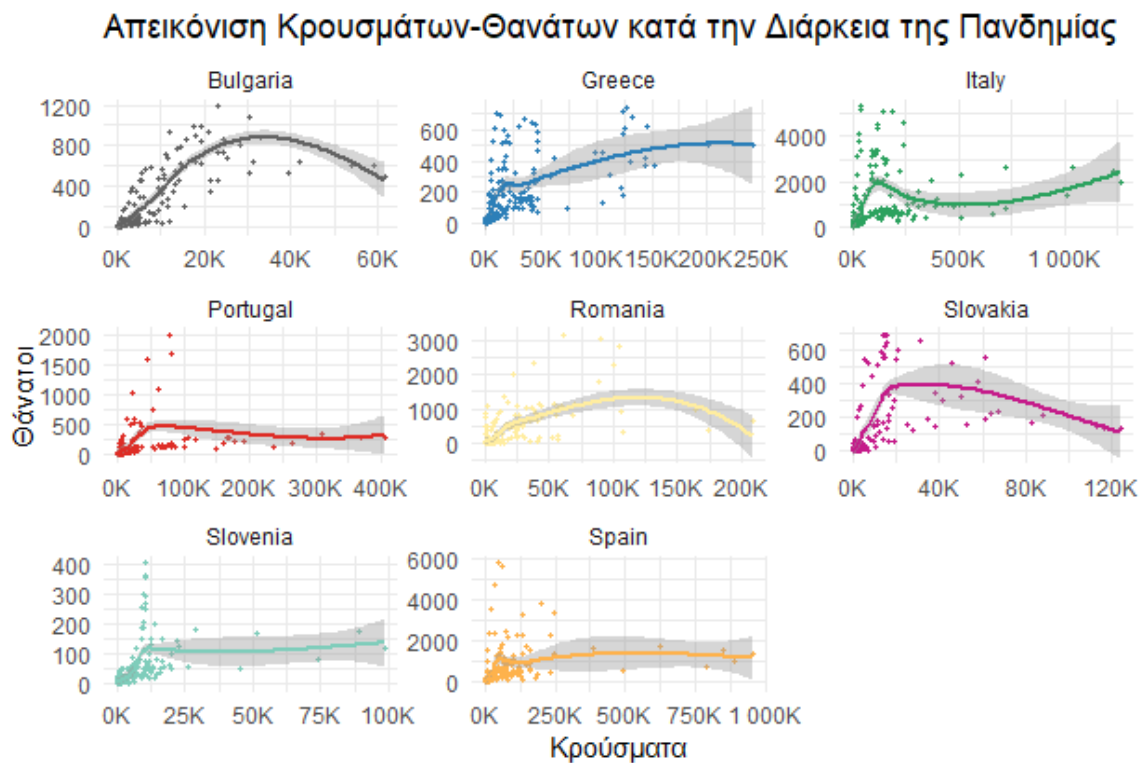


Σχήμα 3.27: Λόγος των αθροιστικών νέων θανάτων ως προς των αθροιστικών νέων κρουσμάτων σε ποσοστό, συγκριτικά για όλες τις χώρες. (Τα δεδομένα προέρχονται από την ιστοσελίδα who.int και είναι καταγεγραμμένα ανά εβδομάδα)

Στο γράφημα του Σχήματος 3.27 αναπαρίσταται ο λόγος των αθροιστικών νέων θανάτων ως προς των αθροιστικών νέων κρουσμάτων σε ποσοστό, έως τη χρονική στιγμή του οριζόντιου άξονα. Με διακεκομμένη γραμμή αναπαρίσταται ο μέσος όρος των τιμών για τις χώρες. Παρατηρείται ότι τα υψηλότερα ποσοστά θνητότητας για τις χώρες υπήρξαν στο πρώτο κύμα της πανδημίας, συγκεκριμένα από το Μάρτιο έως τον Οκτώβριο του 2020. Οι χώρες που πλήγηκαν περισσότερο αυτό το διάστημα ήταν η Ιταλία και η Ισπανία ξεπερνώντας το 10%. Επιπλέον υψηλά ποσοστά θνητότητας είχαν και οι Σλοβενία, Ρουμανία, Ελλάδα, και Βουλγαρία, σε σύγκριση με τις υπόλοιπες χώρες, με ποσοστά άνω των 5%. Μετά το φθινόπωρο του 2020 τα ποσοστά έπεσαν χωρίς μεγάλες διακυμάνσεις, με τη Βουλγαρία να καταγράφει τα μεγαλύτερα ποσοστά. Από το Μάρτιο του 2022 τα ποσοστά θνητότητας σταθεροποιήθηκαν κάτω του 1.5%, εκτός από τη Βουλγαρία και τη Ρουμανία όπου ο ιός εξακολούθησε να είναι επικίνδυνος, με διατήρηση υψηλών ποσοστών θνητότητας.

Μέχρι το Νοέμβριο του 2021, περίπου το 70% του συνολικού πληθυσμού της Ευρώπης είχε εμβολιαστεί πλήρως. Σε Ρουμανία και Βουλγαρία λιγότερο από το 20% του πληθυσμού ήταν πλήρως εμβολιασμένο μέχρι την ημερομηνία αυτή. (Dijkstra, L. 2022)

Φαίνεται ότι εμβολιασμοί είχαν ισχυρή επίδραση στην πτώση των ποσοστών θνητότητας. Χαρακτηριστικά παραδείγματα η Ρουμανία με τη Βουλγαρία, όπου οι ελάχιστοι εμβολιασμοί αποτέλεσαν σημαντικό παράγοντα στο να μην μειωθεί σημαντικά το ποσοστό θανάτων προς μολυσμένους, όπως στις άλλες χώρες.



Σχήμα 3.28: Συσχέτιση των επιβεβαιωμένων κρουσμάτων και των θανάτων. (Τα δεδομένα προέρχονται από την ιστοσελίδα who.int και είναι καταγεγραμμένα ανά εβδομάδα)

Στο γράφημα του Σχήματος 3.28 πραγματοποιείται απεικόνιση και συσχέτιση των επιβεβαιωμένων κρουσμάτων στον οριζόντιο άξονα και των θανάτων στον κάθετο άξονα. Εκτός από τις συσσωρευμένες τιμές στην αρχή των αξόνων, το γράφημα τείνει να φανερώσει πόσοι θάνατοι καταγράφηκαν όταν οι μολύνσεις είχαν υψηλές τιμές. Σε καταστάσεις λοιπόν υπερφορτωμένων μολύνσεων φαίνεται πως οι βαλκάνιες χώρες υπέστησαν αναλογικά μεγαλύτερες ανθρώπινες απώλειες, καθώς η γραμμή συσχέτισης καμπυλώνει περισσότερο.

### 3.2.2 Υπερβολική Θνητότητα και Επίπτωση στο Προσδόκιμο Ζωής

Το πρώτο έτος εμφάνισης του Covid προκάλεσε υπερβολική θνητότητα στην Ευρώπη, σε σύγκριση με το μέσο όρο των προηγούμενων πέντε ετών, ο αριθμός θανάτων αυξήθηκε κατά 13%. Ιδιαίτερα, κατά τη διάρκεια του πρώτου κύματος της πανδημίας, οι χώρες της νότιας Ευρώπης επηρεάστηκαν περισσότερο σε σχέση με την υπόλοιπη Ευρώπη. (Dijkstra L, 2022)

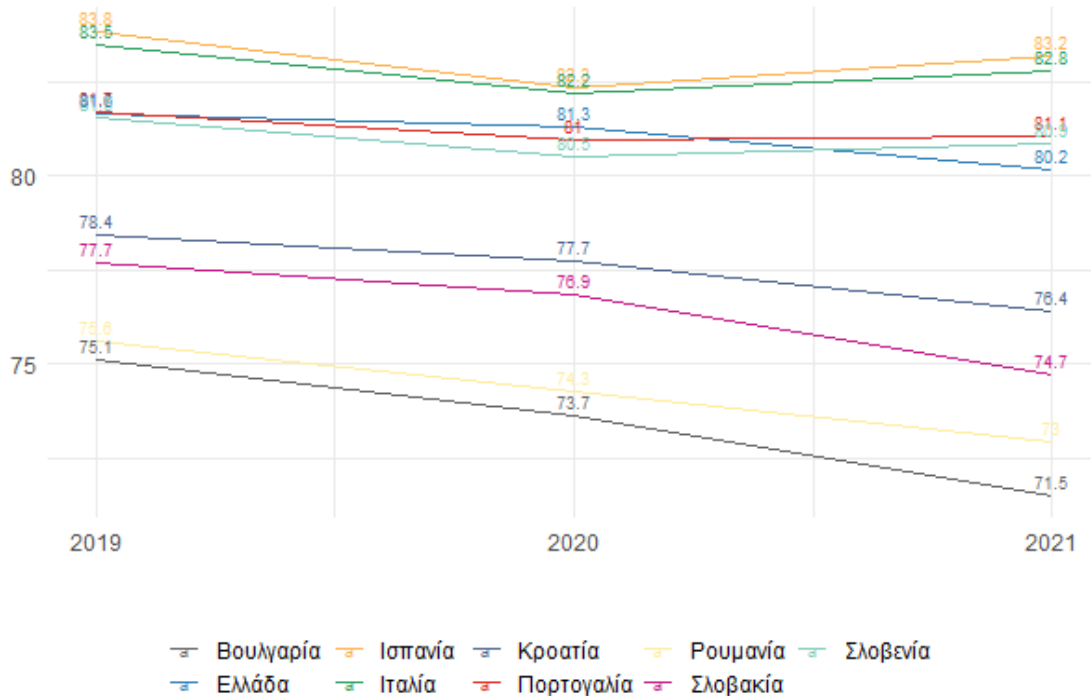
Η πανδημία του Covid προκάλεσε αυξημένη υπερβολική θνητότητα μειώνοντας το προσδόκιμο ζωής σε ολόκληρη την Ευρώπη. Τα χρόνια πριν την πανδημία είχε παρατηρηθεί μια μέτρια αύξηση του προσδόκιμου ζωής. Συγκεκριμένα στην Ευρώπη το προσδόκιμο ζωής το 2025 ήταν 80.3 έτη ενώ το 2019, 81 έτη. Με την εμφάνιση της πανδημίας ο αριθμός αυτός μειώθηκε σε 80 έτη, ενώ βελτίωση υπήρξε ξανά μετά το 2022. Το 2021 παρατηρήθηκε υπερβολική θνητότητα ιδιαίτερα σε χώρες με χαμηλό προσδόκιμο ζωής πριν την πανδημία. Οι χώρες αυτές ήταν η Βουλγαρία, η Ρουμανία, η Λετονία και η Ουγγαρία. Για παράδειγμα στη Βουλγαρία οι θάνατοι την περίοδο 2020-2022 ήταν αυξημένοι περίπου κατά 4000 ανά εκατομμύριο σε σχέση με τους εκτιμένους θανάτους εάν δεν υπήρχε η πανδημία. (T. Hajdu, et al, 2024)

Σύμφωνα με αξιόπιστα αποτελέσματα αναλύσεων με συνοδευτικά διαστήματα (Confidence Intervals) μόνο 8 χώρες της Ευρώπης είχαν βελτίωση στο προσδόκιμο ζωής μετά τις απώλειες του 2020. Συγκεκριμένα η Ισπανία, η Ιταλία και η Σλοβενία ανήκουν σε αυτή τη λίστα με αύξηση μέσου όρου προσδοκώμενης διάρκειας ζωής κατά 7.6, 5.1 και 3.1 μήνες αντίστοιχα. Αντιστρόφως συμπεριλαμβάνοντας τις απώλειες του 2020, σημαντική πτώση σύμφωνα με την ανάλυση σημειώθηκε σε Βουλγαρία (-25.1 μήνες), Ελλάδα (-12.4 μήνες), Κροατία (-11.6 μήνες).

Η θνητότητα που προκάλεσε ο ιός σε διάφορες ηλικιακές ομάδες επηρέασε το δείκτη του προσδόκιμου ζωής για κάθε χώρα. Η ηλικίες στις οποίες η υπερβολική θνητότητα είχε σημαντικές αυξήσεις σε όλες τις χώρες ήταν άνω των 60 ετών. Το 2021 παρατηρήθηκε μια μετατόπιση θανάτων σε νεότερες ηλικίες. Για παράδειγμα σε Ελλάδα, Κροατία και Σλοβακία το 2020 δεν υπήρχαν σημαντικές απώλειες σε ηλικίες μεταξύ 40-60 ετών, αλλά το 2021 παρατηρήθηκε υπερβολική θνητότητα σε αυτές τις ηλικίες. Σε Βουλγαρία η υπερβολική θνητότητα σε ηλικίες κάτω των 60 ετών είχε φανεί από τον πρώτο έτος της πανδημίας, το 2020. (J.Schöley, et al, 2022)

Η αναπαράσταση της εξέλιξης του προσδόκιμου ζωής στο Σχήμα 3.29, φανερώνει ότι η υπερβολική θνητότητα που οφείλεται στην πανδημία, έριξε τις τιμές του προσδόκιμου ζωής σε όλες τις χώρες, κατά το έτος 2020 σε σχέση με το προηγούμενο έτος πριν την εμφάνιση του ιού. Το 2021 φαίνεται ότι σε κάποιες χώρες όπως Ισπανία, Ιταλία, Πορτογαλία και Σλοβενία, υπήρξε αύξηση στο προσδόκιμο ζωής, ενώ στις υπόλοιπες η μείωση συνεχίστηκε.

### Εξέλιξη Προσδόκιμου Ζωής με την Εμφάνιση της Πανδημίας



Σχήμα 3.29: Αναπαράσταση της εξέλιξης του μέσου όρου ζωής για κάθε χώρα στα πρώτα έτη της πανδημίας 2019, 2020 και 2021. (Τα δεδομένα προέρχονται από την ιστοσελίδα worldbank.org)

### 3.3 Βαθμός Αναπαραγωγής του Covid19

Ο αριθμός αναπαραγωγής μία νόσου ( $R_0$  ή R-naught), είναι ένας επιδημιολογικός όρος ο οποίος χαρακτηρίζει πόσο μεταδοτική είναι μία μολυσματική ασθένεια από άτομο σε άτομο. Αναπαριστά το μέσο αριθμό ατόμων στα οποία θα μεταδώσει ένα μολυσμένο άτομο την ασθένεια. Ισχύει για έναν πληθυσμό όπου όλα τα άτομα είναι ευάλωτα στη νόσο χωρίς να έχουν κάποια ανοσία ή εμβολιαστεί.

Εάν τιμή της  $R_0$  ξεπερνάει τη μονάδα, δηλαδή η υπάρχουσα μόλυνση προκαλεί περισσότερες από μία μολύνσεις, αυτό υποδηλώνει ότι η νόσος εξαπλώνεται στον πληθυσμό και ενδέχεται να δημιουργήσει επιδημία. Αντιθέτως αν η  $R_0$  είναι μικρότερη από 1 η ασθένεια θα υποχωρήσει και θα εξαφανιστεί. (V.Ramirez, 2023)

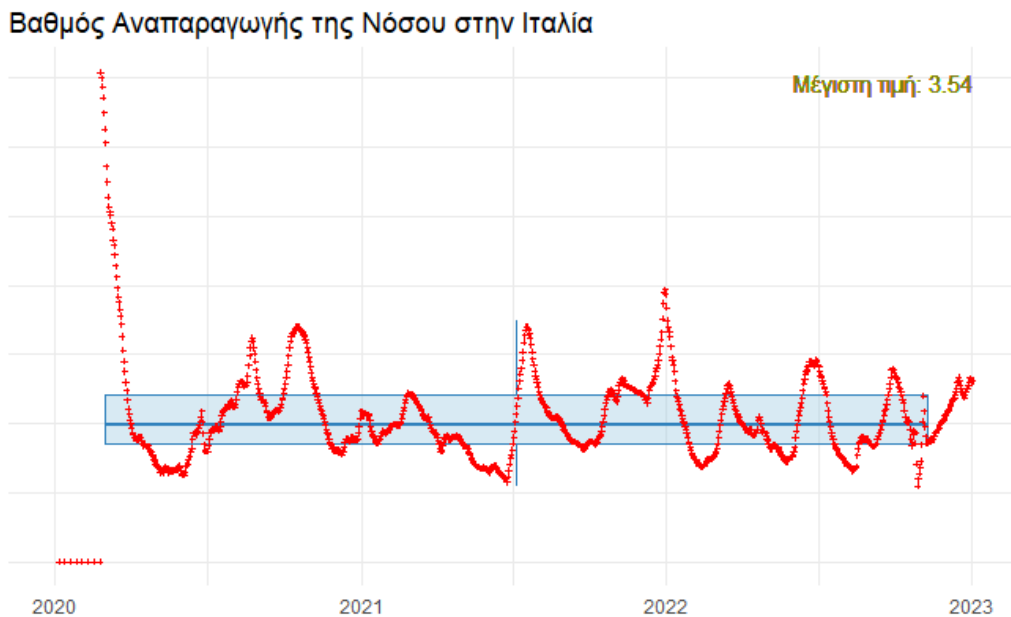
Ωστόσο ο βαθμός αναπαραγωγής της νόσου μπορεί να μεταβάλλεται με την πάροδο του χρόνου και να επηρεάζεται από παράγοντες όπως εμβολιασμοί, μέτρα περιορισμού, συνθήκες υγιεινής. Κατά τη διάρκεια μιας εξελισσόμενης πανδημίας η ποσότητα  $R_t$  εκτιμά το ρυθμό αναπαραγωγής της νόσου λαμβάνοντας υπόψη το μέγεθος του υπολειπόμενου



ευάλωτου πληθυσμού και όλες τις παραμέτρους που επηρεάζουν την πορεία της πανδημίας. Η καταγραφή του ρυθμού αναπαραγωγής από τις υγειονομικές αρχές δεν ήταν πάντα αξιόπιστη και εύκολη καθώς εξαρτάται από τον αριθμό των ελέγχων ανίχνευσης του ιού. Περιορισμένες δράσεις διαγνωστικών ελέγχων κατά του ιού, οδηγούν σε υψηλά ποσοστά θετικών ανιχνεύσεων. Ιδιαίτερα λοιπόν κατά το αρχικό στάδιο της πανδημίας όπου τα test ήταν περιορισμένα, δεν υπήρχε αυτή η συνθήκη αξιοπιστίας του ρυθμού αναπαραγωγής. (E.Bokányi, et al, 2023)

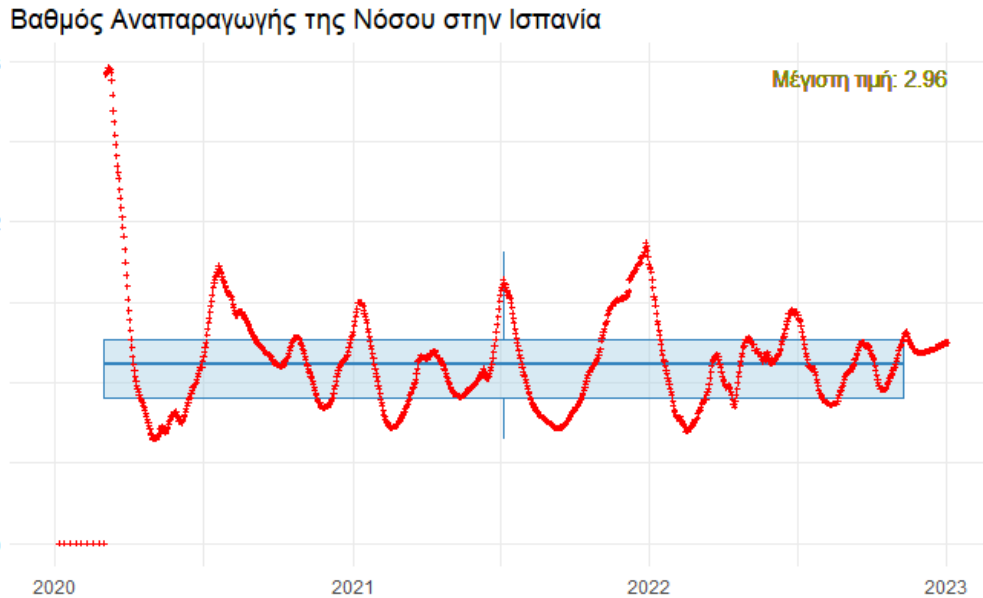
Στα παρακάτω γραφήματα αναπαρίσταται πως στην πραγματικότητα αναπαράχθηκε η νόσος του Covid19 κατά τη διάρκεια της πανδημίας για κάθε χώρα. Το γεγονός, λοιπόν, των υπερβολικά αυξημένων τιμών του ρυθμού αναπαραγωγής τις πρώτες μέρες στα παρακάτω σχήματα δεν αντιπροσωπεύει την πραγματικότητα.

Με κόκκινη γραμμή φαίνεται ο μέσος αριθμός μεταδοτικότητας από μία μόλυνση. Στο μπλε πλαίσιο αναπαρίσταται η κατανομή του μέσου αριθμού μεταδοτικότητας στο ενδοτεταρτημόριο (το 50% των τιμών), με την οριζόντια μπλε σκούρα γραμμή παριστάνεται η διάμεσος. (βλ. Παράρτημα)<sup>5</sup>



Σχήμα 3.30: Ρυθμός αναπαραγωγής της νόσου σε Ιταλία μέχρι αρχές του 2023. (Τα δεδομένα προέρχονται από την ιστοσελίδα ourworldindata.org και είναι καταγεγραμμένα ανά εβδομάδα)

<sup>5</sup> Η αναλυτική επεξήγηση της κατανομής του πλαισίου που παρουσιάζεται στα σχήματα, βρίσκεται στην ενότητα Παράρτημα (BoxPlot) στο τέλος της διπλωματικής εργασίας.

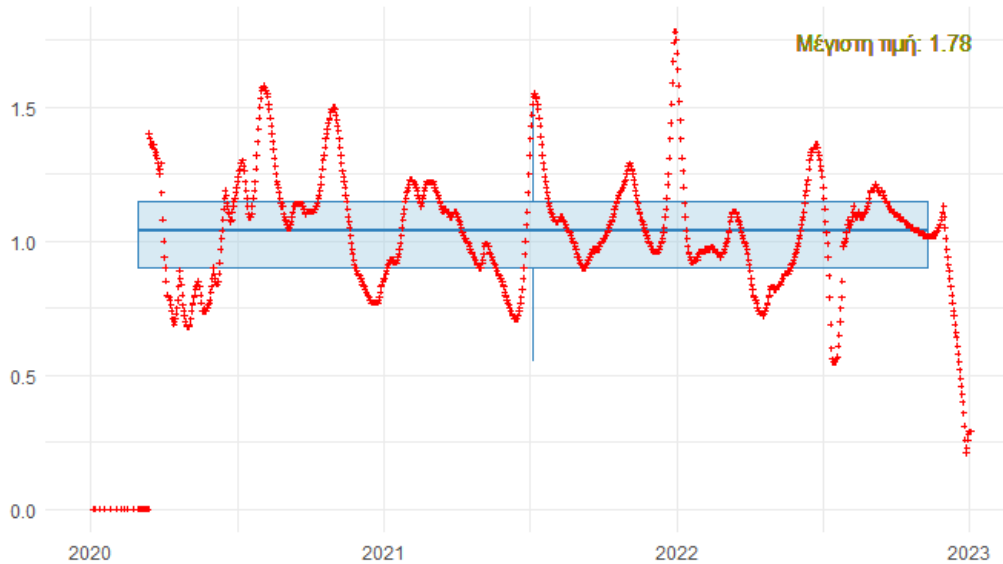


Σχήμα 3.31: Ρυθμός αναπαραγωγής της νόσου σε Ισπανία μέχρι αρχές του 2023. (Τα δεδομένα προέρχονται από την ιστοσελίδα ourworldindata.org και είναι καταγεγραμμένα ανά εβδομάδα)

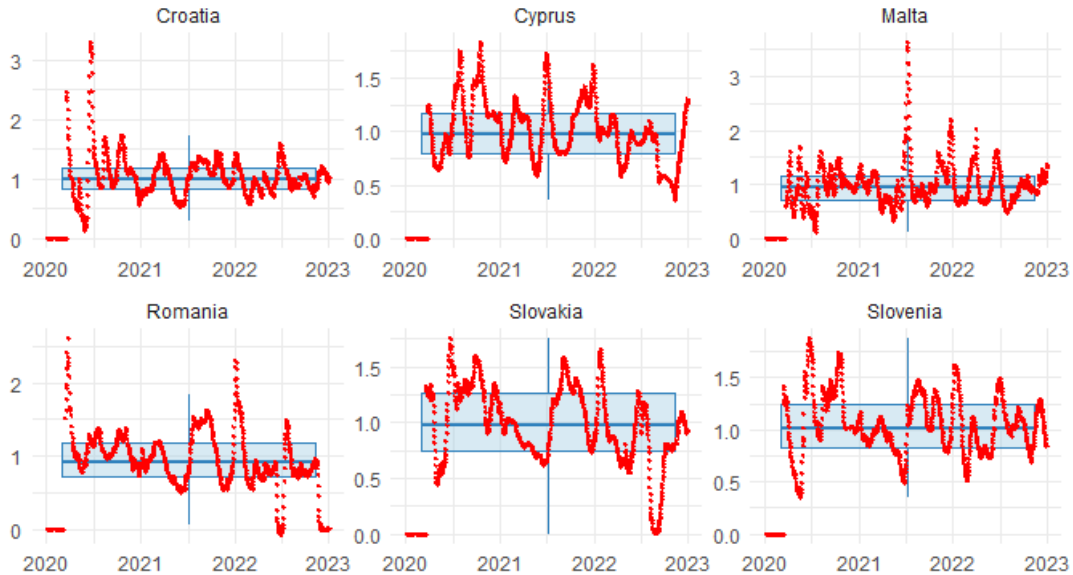


Σχήμα 3.32: Ρυθμός αναπαραγωγής της νόσου σε Πορτογαλία μέχρι αρχές του 2023. (Τα δεδομένα προέρχονται από την ιστοσελίδα ourworldindata.org και είναι καταγεγραμμένα ανά εβδομάδα)

### Βαθμός Αναπαραγωγής της Νόσου στην Ελλάδα



Σχήμα 3.33: Ρυθμός αναπαραγωγής της νόσου σε Ελλάδα μέχρι αρχές του 2023. (Τα δεδομένα προέρχονται από την ιστοσελίδα ourworldindata.org και είναι καταγεγραμμένα ανά εβδομάδα)



Σχήμα 3.34: Ρυθμός αναπαραγωγής της νόσου σε Κροατία, Κύπρο, Μάλτα, Σλοβακία και Σλοβενία μέχρι αρχές του 2023. (Τα δεδομένα προέρχονται από την ιστοσελίδα ourworldindata.org και είναι καταγεγραμμένα ανά εβδομάδα)

Παρατηρείται ότι κατά τις καλοκαιρινές περιόδους ο ρυθμός αναπαραγωγής είναι μικρότερος σε σχέση με τις χειμερινές περιόδους για κάθε χώρα. Μετά το χειμώνα του 2022, όπου στη περίοδο αυτή υπήρξε το τελευταίο ισχυρό κύμα της πανδημίας, φαίνεται ότι οι τιμές για κάθε χώρα μειώθηκαν σταδιακά.

## Κεφάλαιο 4

### Πολιτικές Αντιμετώπισης και Επιπτώσεις της Πανδημίας

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται οι πολιτικές αντιμετώπισης των αρχών για την αντιμετώπιση της πανδημίας και ο κοινωνικοοικονομικός αντίκτυπος στις χώρες της νότιας Ευρώπης. Στην 1<sup>η</sup> ενότητα γίνεται ανάλυση έκτακτων μέτρων προστασίας και πολιτικών για τον περιορισμό της νόσου και την αντιμετώπιση της κρίσης σε υγειονομικό και οικονομικό τομέα. Αναλύονται οι βασικές πολιτικές μέτρων περιορισμού, μέτρα που αφορούν το σύστημα υγείας, πολιτικές οικονομικής στήριξης και εμβολιασμού. Παρουσιάζεται η συσχέτιση αθροιστικών μολύνσεων με πολιτικές περιορισμού, προστασίας συστήματος υγείας και οικονομικού τομέα, κατά την διάρκεια της πανδημίας. Επιπλέον, αναλύεται η συσχέτιση πολιτικών και δράσεων εμβολιασμού με τη θνητότητα για κάθε χώρα και ανάλυση αποτελεσματικότητάς τους. Στη 2<sup>η</sup> ενότητα γίνεται παρουσίαση του οικονομικού και κοινωνικού αντίκτυπου της πανδημίας στη νότια Ευρώπη. Πραγματοποιείται ανάλυση των επιπτώσεων των περιοριστικών μέτρων που επέβαλαν οι κυβερνήσεις.

#### 4.1 Πολιτικές Αντιμετώπισης της Πανδημίας στις Χώρες της Νότιας Ευρώπης

Οι κυβερνήσεις των χωρών ήρθαν αντιμέτωπες με νέες προκλήσεις αξιολόγησης, οργάνωσης και αντιμετώπισης στις οικονομικές και κοινωνικές συνέπειες. Το οικονομικά αντίκτυπο είχε κρίσιμες επιπτώσεις σε τομείς όπως υγεία, εργασιακή απασχόληση, εκπαίδευση, εμπόριο, ΜΜΕ και επενδύσεις. (oecd.org, 2020) Η πανδημία εξαπλώθηκε σε όλη τη νότια Ευρώπη έως το Μάρτιο του 2020 προκαλώντας σημαντικές επιπτώσεις στον υγειονομικό τομέα με ποσοστά θνησιμότητας επικίνδυνα. Για να αντιμετωπιστεί η κρίση στην υγεία οι κυβερνήσεις επέβαλαν στους πολίτες μέτρα περιορισμού. (M.Serapioni, P.Hespanha,2023)

##### 4.1.1 Έκτακτα Μέτρα και Πολιτικές για τον Περιορισμό της Νόσου και την Αντιμετώπιση της Κρίσης σε Υγειονομικό και Οικονομικό Τομέα.

Η ταχεία εξάπλωση του Covid19 παγκοσμίως προκάλεσε ένα εξαιρετικό φάσμα κυβερνητικών αντιδράσεων. Κυβερνήσεις ανά τον κόσμο, όπως αυτές στη νότια Ευρώπη, αναγκάστηκαν να επιβάλουν αυστηρά περιοριστικά μέτρα για την αντιμετώπιση επέκτασης της νόσου. Τα μέτρα περιλαμβάνουν κλείσιμο σχολίων, απαγόρευση και περιορισμούς σε συγκεντρώσεις και μεταφορές. Επιπλέον δράσεις ήταν οικονομικές

επενδύσεις, μέτρα σε νοικοκυριά και υγειονομικό τομέα, αλλά και εμβολιασμοί για τον περιορισμό του ιού. (T.Hale,2021)

Ο οργανισμός (OxCGRT), κατά τα έτη 2020 έως 2023, έκανε συστηματική συλλογή σημαντικών πληροφοριών σχετικά με τα μέτρα αντιμετώπισης που εφάρμοσαν οι κυβερνήσεις, ώστε να αντιμετωπίσουν την πανδημία. Οι κυβερνητικές δράσεις αφορούν την προσωρινή διακοπή λειτουργίας και περιορισμό οργανισμών συγκέντρωσης, την υγεία και την οικονομική πολιτική, σε μία σειρά δεικτών πολιτικής.

Τα δεδομένα στα γραφήματα που παρουσιάζονται σε αυτή την ενότητα προέρχονται από τη βάση του (OxCGRT). Συγκεκριμένα έχουν συλλεχθεί από την ιστοσελίδα (bsg.ox.ac.uk).

Στόχος αυτής της ανάλυσης και της απεικόνισης των δεδομένων είναι η κατανόηση της αποτελεσματικότητας των μέτρων και των αντιδράσεων της εκάστοτε κυβέρνησης στην εξέλιξη της πανδημίας.

Οι συλλεκτικές πληροφορίες μεταφράζονται από την ομάδα του (OxCGRT) σε δείκτες, που συμβολίζουν το βαθμό και την αυστηρότητα των εκάστοτε μέτρων που πάρθηκαν από τις κυβερνήσεις. Τα μέτρα περιορισμού έχουν εξάρτηση αν η πλειοψηφία του πληθυσμού είναι εμβολιασμένη ή όχι. Οι δείκτες στα παρακάτω γραφήματα των περιοριστικών μέτρων αναφέρονται στην πλειοψηφία του πληθυσμού σε σχέση με τους εμβολιασμούς. Αυτό σημαίνει ότι αν το ποσοστό των εμβολιασμένων υπερβαίνει το 50% τα μέτρα θα αφορούν έναν εμβολιασμένο πληθυσμό, ενώ αντίστοιχα θα αφορούν έναν ανεμβολίαστο πληθυσμό εάν το ποσοστό του είναι άνω του 50%.

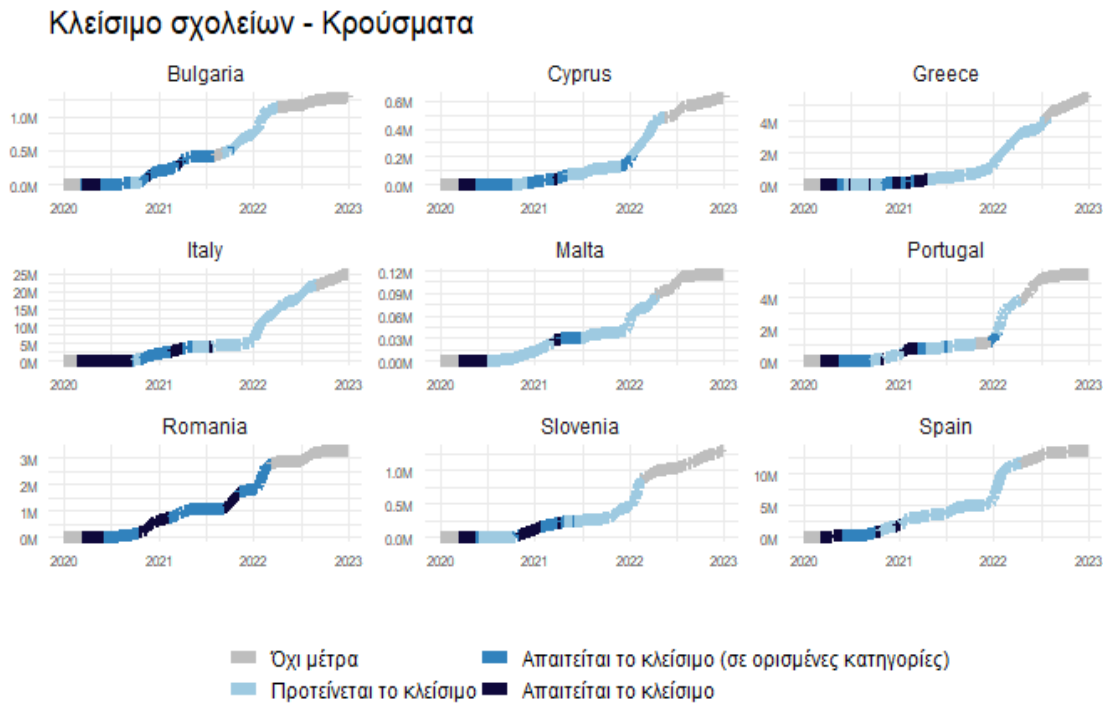
Σύμφωνα με δεδομένα του (OWID) η Ιταλία ήταν η πρώτη χώρα που εμβολίασε το 50% του πληθυσμού της το Μάρτιο του 2021, ενώ ακολούθησαν Πορτογαλία, Ισπανία, Ελλάδα, Κύπρος, Μάλτα όπου μέχρι τον Ιούλιο είχαν εμβολιάσει το μισό πληθυσμό τους με την πρώτη δόση. Η Σλοβενία εμβολίασε το 50% για πρώτη φορά στα μέσα του Σεπτεμβρη, ενώ Ρουμανία, Σλοβακία και Βουλγαρία δεν είχαν εμβολιάσει το μισό πληθυσμό έως τα τέλη του 2022. (ourworldindata.org)

### ***Πολιτικές Περιορισμού και Κλεισίματος***

Τα περιοριστικά μέτρα τα οποία αποφάσισαν να επιβάλουν οι κυβερνήσεις για τον περιορισμό του επιθετικού ιού, είχαν εφαρμογή στην εκπαίδευση, στους εργασιακούς χώρους, στις μαζικές εκδηλώσεις/συγκεντρώσεις, στις μετακινήσεις/ταξίδια και στην καθημερινή δραστηριότητα με επιβολή lockdown. Στα παρακάτω σχεδιαγράμματα παρουσιάζονται τα αθροιστικά κρούσματα, κατά τη διάρκεια της πανδημίας μέχρι το έτος 2023, σε συνδυασμό με την επιβολή ή τη χαλάρωση πολιτικών μέτρων.

Σε Ιταλία η επιβολή καθολικού lockdown από την κυβέρνηση εφαρμόστηκε 40 ημέρες μετά από την επιβεβαίωση του πρώτου κρούσματος, ενώ σε Ισπανία εφαρμόστηκε μετά από 44 ημέρες. Σε αντίθεση Πορτογαλία και Ελλάδα, ενώ η πανδημία ήταν ήδη

προχωρημένη στις προηγούμενες χώρες, πάρθηκαν πιο γρήγορα και προληπτικά παρόμοιες αποφάσεις κλεισίματος σχολίων, παρότρυνσης παραμονής σε σπίτι και διαταγής παραμονής σε σπίτι με επιβολή καθολικού lockdown. (S.Verney,2024)

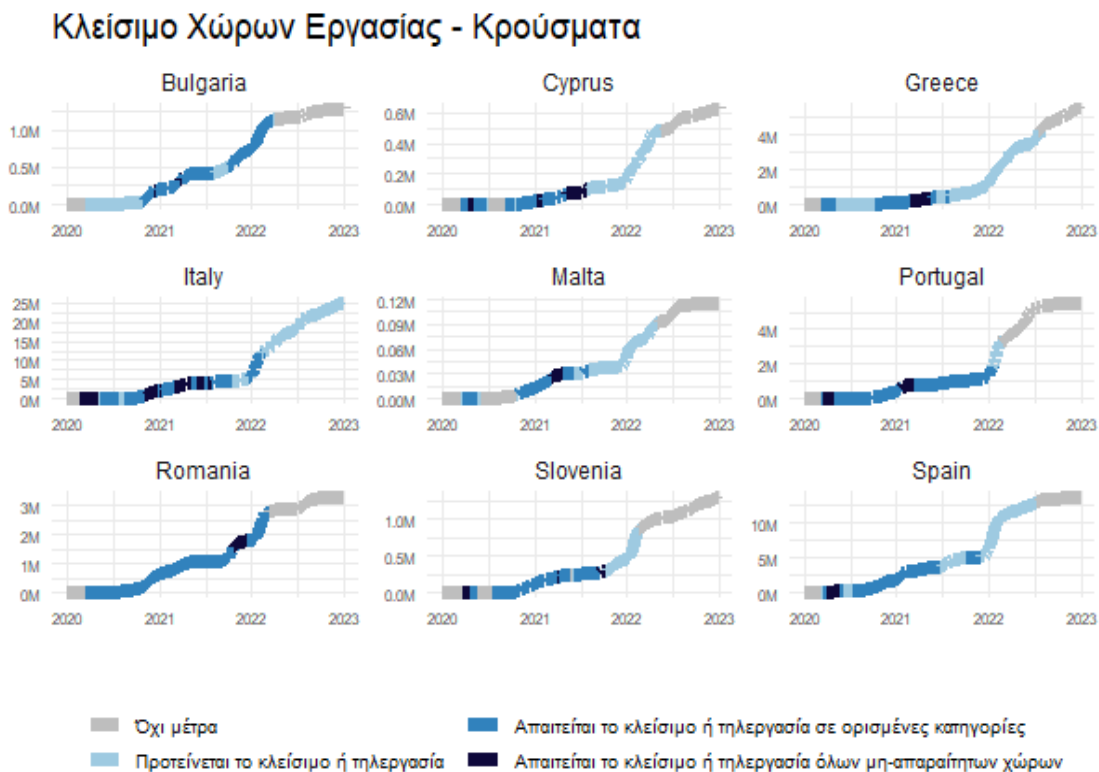


Σχήμα 4.1: Πολιτικές κλεισίματος/αναστολής τομέων εκπαίδευσης και συσχετίσής τους με την εξέλιξη των αθροιστικών κρουσμάτων για όλες τις χώρες.

Η αναφορά στο Σχήμα 4.1 περιλαμβάνει το κλείσιμο των σχολείων πρωτοβάθμιας, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και πανεπιστήμιων. Στο δεύτερο δείκτη επιβλήθηκε να μην λειτουργήσουν ορισμένες κατηγορίες εκπαίδευσης, όπως λύκεια και δημόσια σχολεία, ενώ στον τρίτο δείκτη ήταν απαραίτητο να κλείσουν όλοι οι τομείς εκπαίδευσης. Ορισμένες κυβερνήσεις πρότειναν ομαλή αναστολή της εκπαίδευσης, χωρίς περιορισμό ελευθερίας. Ο δείκτης αναστολής εκπαίδευσης μπορεί να ισχύει ακόμα και όταν για παράδειγμα η εκπαίδευση πραγματοποιείται online, τα σχολεία ανοίξουν για μία μόνο ημέρα λόγω εξετάσεων ή μόνο οι καθηγητές επιστρέψουν για εργασία. Αν οι μαθητές ήταν μη εμβολιασμένοι έπρεπε να δείξουν αρνητικό PCR Test ή στοιχεία πρόσφατης μόλυνσης, ενώ οι εμβολιασμένοι μόνο με κάρτα που αποδεικνύει κατάσταση εμβολιασμού. (github.com/OxCGRT, 2023)

Η επικινδυνότητα της γρήγορης μετάδοσης του νέου μολυσματικού ιού από τους κοινωνικά δραστήριους νέους, ανάγκασε τις κυβερνήσεις να εφαρμόσουν την πολιτική παύσης της δια ζώσης εκπαίδευσης με την εμφάνιση της πανδημίας. Όπως παρατηρείτε στο Σχήμα 4.1 τα μέτρα εφαρμόστηκαν, κυρίως και με μικρές διαφορές διάρκειας, κατά το πρώτο κύμα της πανδημίας. Έπειτα συχνή εμφάνιση του 3<sup>ου</sup> δείκτη φαίνεται κατά το

δεύτερο κύμα στα τέλη του 2020. Η Ιταλία αντιμετώπισε το μεγαλύτερο πρόβλημα θνητότητας, όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, εφάρμοσε κατά μεγάλο χρονικό διάστημα στο 2020, τον αυστηρότερο δείκτη 3.



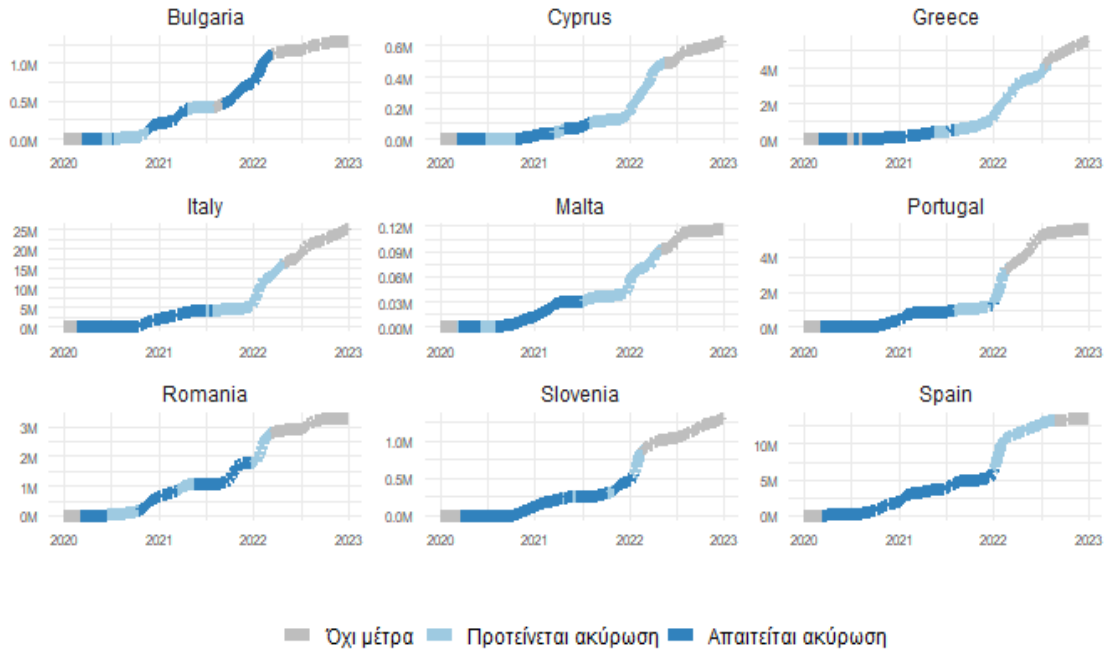
Σχήμα 4.2: Πολιτικές κλεισίματος των εργασιακών τομέων και συσχέτισής τους με την εξέλιξη των αθροιστικών κρουσμάτων για όλες τις χώρες.

Στο Σχήμα 4.2 κατά τον πρώτο δείκτη οι κυβερνήσεις προτείνουν κλείσιμο ή εργασία από σπίτι. Σε αυτή την κατηγορία, επιχειρήσεις μπορούν να λειτουργήσουν με αλλαγές σε σχέση με πριν Covid εποχή, όπως απαιτήσεις υγιεινής ή περιορισμό χωρητικότητας σε κλειστούς χώρους. Στην τρίτη κατηγορία οι απαραίτητοι χώροι εργασίας είναι για παράδειγμα παντοπωλεία, ιατρεία, νομικές υπηρεσίες. Ορισμένοι χώροι που δεν θεωρήθηκαν απαραίτητοι ήταν εστιατόρια, κινηματογράφοι, κουρεία και λιανικό εμπόριο και νυχτερινά κέντρα. Οι ανεμβολίαστοι, πολλές φορές, εργαζόμενοι κυρίως σε χώρους εστίασης έπρεπε να παρουσιάζουν αρνητικό Test. (github.com/OxCGRT, 2023)

Η πολιτική περιορισμού δια ζώσης λειτουργίας εργασιακών χώρων, εφαρμόστηκε κατά κύριο λόγο σε Ιταλία σε μέγιστους δείκτες και κατά μεγάλα χρονικά διαστήματα (Σχήμα 4.2). Η Ρουμανία ήταν η μοναδικά η οποία έθεσε τον 3<sup>ο</sup> δείκτη στα τέλη του 2021, για να αντιμετωπίσει τη ραγδαία αύξηση κρουσμάτων εκείνη την περίοδο. Για τη Ρουμανία το ίδιο ισχύει και στο σχήμα 4.1.



### Ακύρωση Δημόσιων Εκδηλώσεων - Κρούσματα



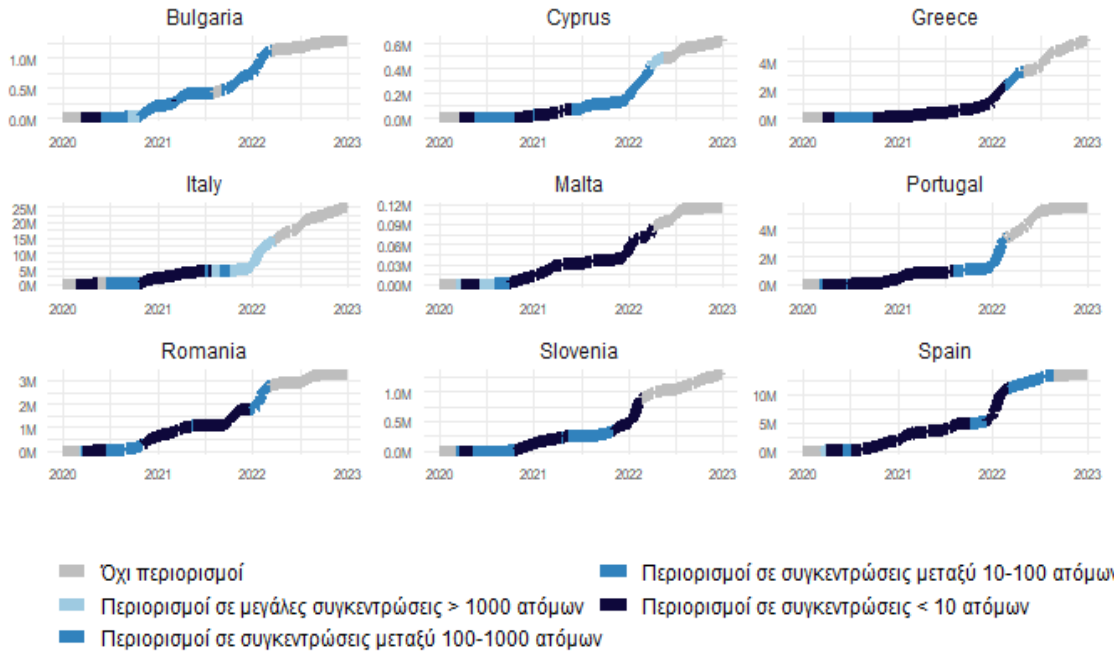
Σχήμα 4.3: Πολιτικές περιορισμού δημόσιων εκδηλώσεων και η συσχέτισή τους με την εξέλιξη των αθροιστικών κρουσμάτων για όλες τις χώρες.

Στο Σχήμα 4.3 ο πρώτος δείκτης μπορεί να περιλαμβάνει περιπτώσεις περιορισμού χωρητικότητας της εκδήλωσης, ενώ κατά το δεύτερο δείκτη ακυρώνονται όλες οι εκδηλώσεις εκτός από θρησκευτικές συγκεντρώσεις. Σε κάποιες περιπτώσεις η απόδειξη εμβολιασμού ήταν απαραίτητη για την είσοδο σε συναυλίες ή αθλητικές εκδηλώσεις. (github.com/OxCGRT, 2023)

Η απαγόρευση έκβασης δημόσιων εκδηλώσεων εφαρμόστηκε συνεχόμενα για δύο πρώτα έτη της πανδημίας, εκτός από τις Βουλγαρία, Ρουμανία, Κύπρο και Μάλτα. Οι κυβερνήσεις αυτών των χωρών αφήφισαν τη συγκεκριμένη περιοριστική πολιτική κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες και τους πρώτους φθινοπωρινούς.

Αντ' αυτού οι ενδείξεις της ομάδας της Οξφόρδης αναφέρουν πως κατά τις περιόδους στις χώρες αυτές γίνονταν μεμονωμένες και διάφορες υποδείξεις να αποφεύγονται οι δημόσιες συγκεντρώσεις. Μετά το καλοκαίρι του 2022 φαίνεται πώς αυτές οι συστάσεις έπαψαν να υφίσταται σε όλες τις χώρες εκτός από την Ισπανία όπου συνεχίστηκαν για ακόμη λίγο καιρό.

## Περιορισμοί Συγκεντρώσεων - Κρούσματα



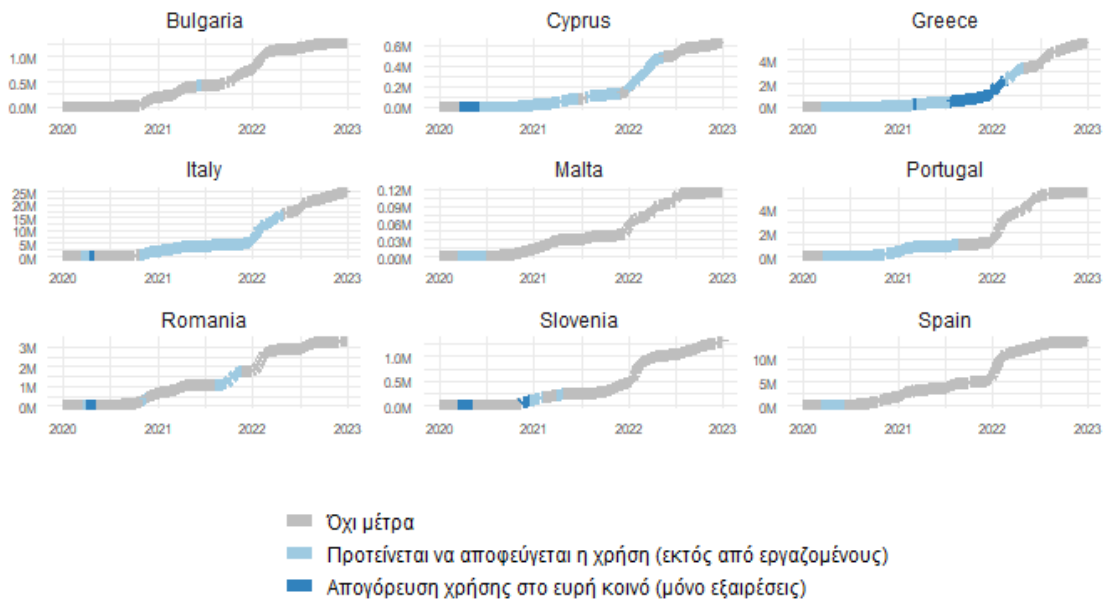
Σχήμα 4.4: Πολιτικές περιορισμού συγκεντρώσεων και η συσχέτισή τους με την εξέλιξη των αθροιστικών κρουσμάτων για όλες τις χώρες.

Στο Σχήμα 4.4 όσο αναφορά τους περιορισμούς συγκεντρώσεων υπάρχουν διακυμάνσεις στους αριθμούς με βάση τον τύπο και την ανάγκη της συγκέντρωσης. Για παράδειγμα σε περιπτώσεις γάμου ή κηδείας υπήρξαν ελαφρυντικά στον αριθμό συγκέντρωσης, όπου στην 4<sup>η</sup> κατηγορία επιτρέπονταν έως 30 άτομα. Η διαφορά του συγκεκριμένου περιοριστικού κανόνα από το προηγούμενο (ακύρωση δημόσιων εκδηλώσεων) είναι ότι ο περιορισμός συγκεντρώσεων αφορά μαζώξεις οι οποίες οργανώνονται από πολίτες. (github.com/OxCGRT, 2023)

Η περίοδος των περιορισμών των συγκεντρώσεων είχε διάρκεια σε όλες τις χώρες, με μικρές διακυμάνσεις στο χρόνο, εκτός από τη Βουλγαρία. Μάλιστα σε Μάλτα, Ελλάδα, Πορτογαλία, Ισπανία και Ρουμανία, ο μέγιστος δείκτης εφαρμόστηκε με μεγάλη διάρκεια.

Κάποιοι ειδικοί κανόνες της συγκεκριμένης περιοριστικής πολιτικής ήταν οι εξής: Σε Βουλγαρία οι κανόνες έκτακτης ανάγκης που έθεσε το κοινοβούλιο εμπειρείχαν απαγόρευση δημόσιων συγκεντρώσεων άνω των δύο ατόμων, εκτός από ειδικές αναγκαίες περιπτώσεις. Σε Ελλάδα κατά περιόδους δεν επιτράπηκαν συγκεντρώσεις σε εκκλησίες. Σε Πορτογαλία ο αυστηρότερος δείκτης απαγόρευσε συγκεντρώσεις άνω των 5 ατόμων, εκτός από οικογένειες. Ενώ σε πολλές χώρες και ανά περιόδους υπήρξαν πολιτικές χρηματικών προστίμων για μη επιτρεπτές συγκεντρώσεις ατόμων. (J.McClure, G.Jones, 2020)

## Περιορισμοί σε Μέσα Μαζικής Μεταφοράς - Κρούσματα



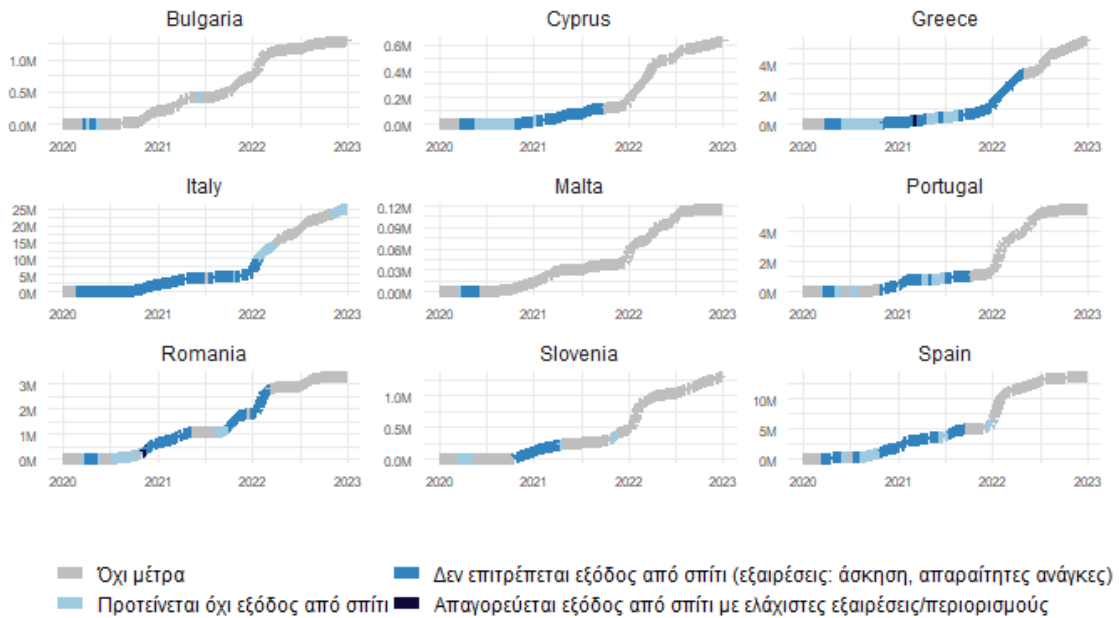
Σχήμα 4.5: Πολιτικές περιορισμού χρήσης ΜΜΜ και η συσχέτισή τους με την εξέλιξη των αθροιστικών κρουσμάτων για όλες τις χώρες.

Τα μέσα μαζικής μεταφοράς (ΜΜΜ) αναφέρονται σε συστήματα δημόσιας μετακίνησης που εξυπηρετούν μεγάλους αριθμούς επιβατών ταυτόχρονα, με στόχο τη μετακίνηση εντός αστικών ή και υπεραστικών περιοχών.

Στο Σχήμα 4.5 η πρώτη κατηγορία περιορισμού περιλαμβάνει περιπτώσεις μείωσης της πληρότητας επιβατών, της διαδρομής και των διαθέσιμων μέσων μεταφοράς. Οι εξαιρέσεις κατά την απαγόρευση χρήσης στο ευρύ κοινό αποτελούν ειδικές κατηγορίες εργαζομένων. Εμβολιασμένα άτομα είχαν τη δυνατότητα να επιβιβαστούν σε αντίθεση με μη εμβολιασμένα όπου χρειαζόταν να κατέχουν αρνητικό διαγνωστικό έλεγχο. ([github.com/OxCGRT](https://github.com/OxCGRT), 2023)

Οι πολιτικές περιορισμού χρήσης ΜΜΕ (Σχήμα 4.5) από τους πολίτες, εφαρμόστηκαν πιο εντατικά σε Κύπρο, Ελλάδα και ελάχιστα σε Σλοβενία, Ρουμανία και Ιταλία όσον αναφορά το μέγιστο δείκτη. Σε Ιταλία, Πορτογαλία, Μάλτα, Ισπανία και ελάχιστα στις υπόλοιπες υπήρξε παρότρυνση από τις κυβερνήσεις να μην χρησιμοποιούνται άσκοπα τα μέσα, εκτός να υπάρχει σοβαρός και βιώσιμος λόγος, όπως για παράδειγμα να μεταβούν οι εργαζόμενοι σε χώρους εργασίας. Οι χώρες στις οποίες η συγκεκριμένη πολιτική περιορισμού υπήρξε παρά μόνο για ελάχιστο χρονικό διάστημα και μόνο για τον πρώτο δείκτη σύστασης, ήταν η Βουλγαρία, η Ισπανία και η Μάλτα.

## Παραμονή στο Σπίτι - Κρούσματα



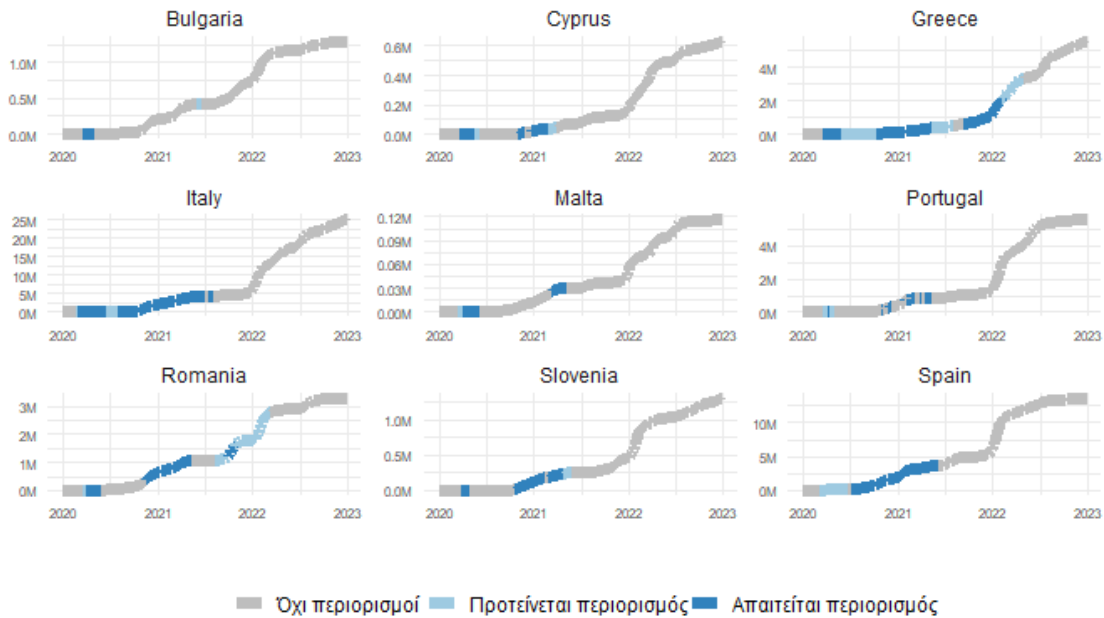
Σχήμα 4.6: Πολιτικές κυβερνήσεων παραμονής πολιτών στο σπίτι και η συσχέτισή τους με την εξέλιξη των αθροιστικών κρουσμάτων για όλες τις χώρες.

Στο Σχήμα 4.6, με το συγκεκριμένο περιοριστικό κανόνα, κατά διαστήματα μπορεί οι πολίτες να μην εφαρμόζαν την κυβερνητική πολιτική να μένουν στο σπίτι. Ωστόσο στο σχεδιάγραμμα αναφέρεται η επίσημη πολιτική. Στην 1<sup>η</sup> κατηγορία απευθύνεται κυρίως σε ευάλωτες κλινικά ομάδες ανθρώπων για τη διασφάλιση της υγείας τους. Στη 2<sup>η</sup> κατηγορία δείκτη καταγράφονται και οι περιπτώσεις απαγορεύσεις κυκλοφορίας κατά συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα της ημέρα, όπως από τις 6μμ έως 6πμ. (github.com/OxCGRT, 2023)

Οι υπαγορεύσεις και ιδιαίτερα οι απαγορεύσεις εξόδων από το σπίτι αποτέλεσε ένα ύψιστο μέτρο αυστηρότητας για την αντιμετώπιση της ταχείας εξάπλωσης του ιού. Οι πολιτικές παραμονής στο σπίτι εφαρμόστηκαν με ιδιαίτερη αυστηρότητα και συνέπεια σε Ελλάδα, Ιταλία, Ισπανία, Κύπρο, Ρουμανία και έπειτα σε Πορτογαλία. Στην Σλοβενία το lockdown επιβλήθηκε κατά το δεύτερο κύμα του Covid, από το χειμώνα του 2020 έως την άνοιξη του επόμενου έτους. Η κυβέρνηση της Βουλγαρίας στο Σχήμα 4.6 φαίνεται πως δεν πήρε ιδιαίτερα στα «σοβαρά» την συγκεκριμένη αντιμετώπιση. Ομοίως και η Μάλτα δεν επέτρεψε άσκοπες εξόδους μόνο κατά την αρχή του πρώτου κύματος.

Σε πολλές χώρες οι κυβερνήσεις εφαρμόσαν αυστηρές πολιτικές προστίμου, ώστε να μην γίνεται άσκοπη μετακίνηση εκτός κατοικίας. Για παράδειγμα στην Ιταλία κατά την αρχική έκτακτη περίοδο, οι πολίτες επιτρέπεται να βγουν από το σπίτι μόνο υπό συνθήκες αλλά και να εκτυπώσουν κατάλληλη βεβαίωση η οποία εξηγεί το λόγο εξόδου. Όσοι παραβίαζαν το νόμο κινδύνευαν με πρόστιμα ύψους από 400€ έως 3000€. (dw.com, 2020)

## Περιορισμοί Εσωτερικών Μετακινήσεων - Κρούσματα

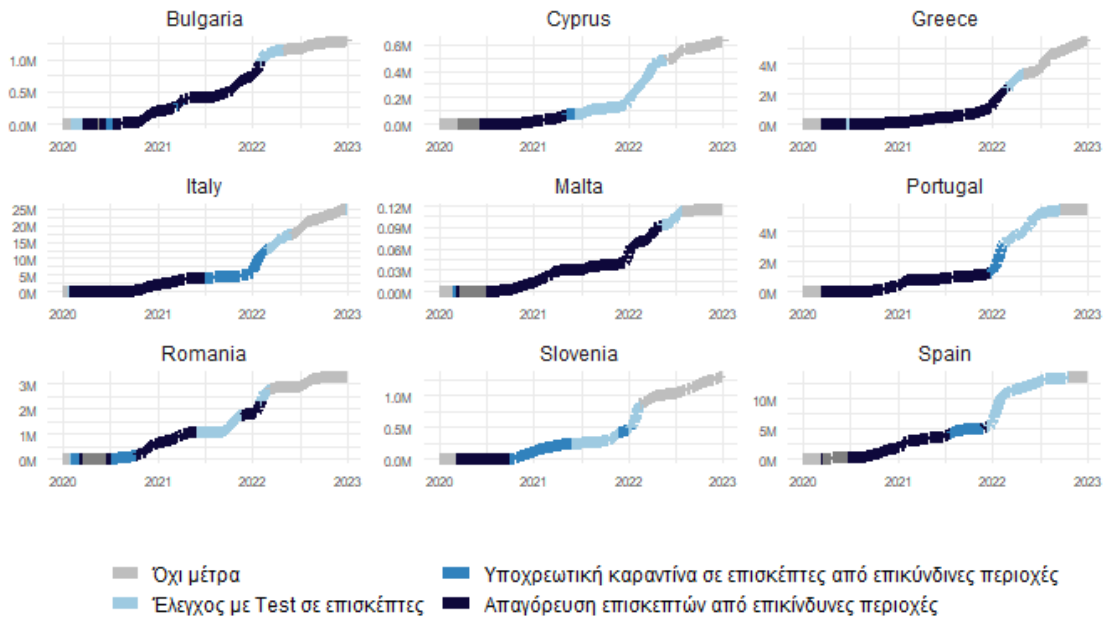


Σχήμα 4.7: Πολιτικές περιορισμού εσωτερικών μετακινήσεων και η συσχέτισή τους με την εξέλιξη των αθροιστικών κρουσμάτων για όλες τις χώρες.

Στο Σχήμα 4.7 σύμφωνα με τον πρώτο δείκτη οι κυβερνήσεις συστήνουν να μην πραγματοποιούνται άσκοπες μετακινήσεις μεταξύ περιοχών και πόλεων, ενώ κατά το δεύτερο δείκτη τέθηκαν περιορισμοί όπως κατοχή αρνητικού Test ή υποχρεωτική καραντίνα. ([github.com/OxCGRT](https://github.com/OxCGRT), 2023)

Οι περιορισμοί στις μετακινήσεις των πολιτών εφαρμόστηκαν περισσότερο και με μεγάλη διάρκεια σε Ιταλία, Ελλάδα, Ισπανία, ενώ ακολούθησαν Σλοβενία και Ρουμανία (Σχήμα 4.7). Στην Ελλάδα η κυβέρνηση ήταν η μοναδική η οποία επέβαλε απαγορεύσεις μέχρι και τους πρώτους μήνες του 2022, με σκοπό να περιορίσει τα αυξημένα κρούσματα του τρέχοντος κύματος. Σε Βουλγαρία εφαρμόστηκαν απαγορεύσεις στην αρχή της πανδημίας και για μικρό χρονικό διάστημα, όπως και στην Κύπρο όπου η πολιτική εφαρμόστηκε ξανά στα τέλη του έτους και στις αρχές του 2021. Η Μάλτα εφάρμοσε την απαγόρευση στις αρχές της πανδημίας και την άνοιξη του 2021. Τέλος η κυβέρνηση της Πορτογαλίας, σύμφωνα με τις καταγραφές, απαίτησε από τους πολίτες να μην μετακινούνται άσκοπα για ανά μικρά τακτά χρονικά διαστήματα, όπως φαίνεται στο γράφημα.

## Έλεγχοι διεθνών ταξιδιών - Κρούσματα



Σχήμα 4.8: Πολιτικές περιορισμού σε διεθνή ταξίδια και η συσχέτισή τους με την εξέλιξη των αθροιστικών κρουσμάτων για όλες τις χώρες.

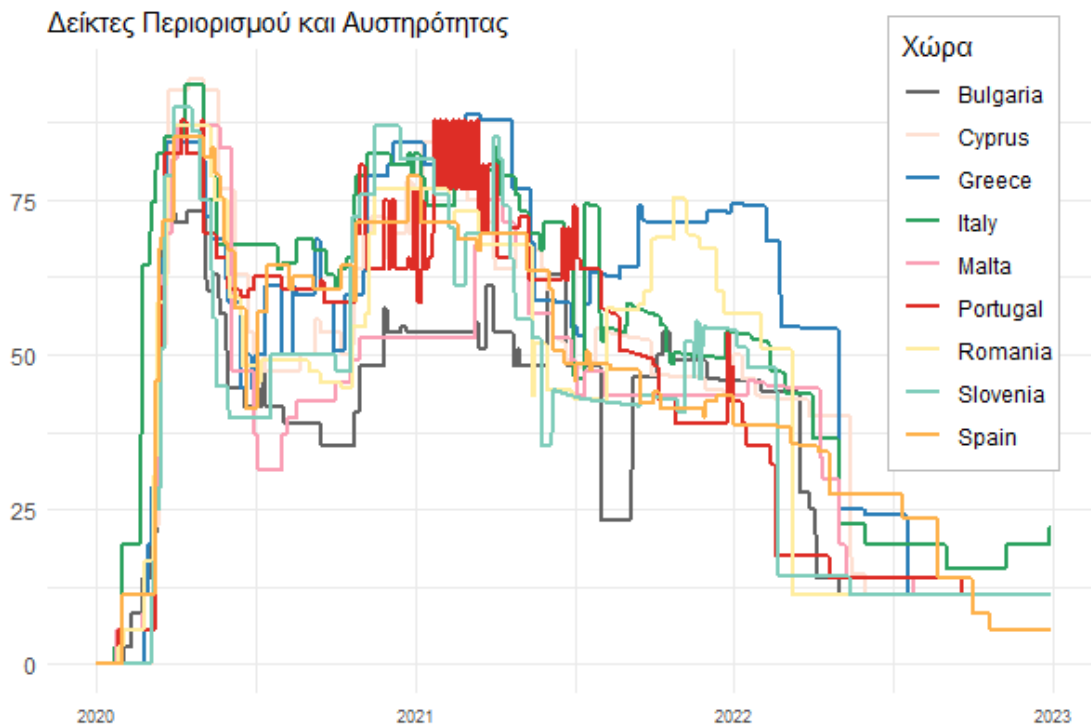
Στο Σχήμα 4.8 οι έλεγχοι διεθνών ταξιδιών αφορά τους εισερχόμενους ταξιδιώτες, χωρίς να περιλαμβάνονται ο επαναπατρισμός των πολιτών. Εάν οι επισκέπτες μπορούν να κάνουν ένα self PCR Test για να αποφύγουν την καραντίνα καταγράφεται ως ο 1<sup>ος</sup> δείκτης, διαφορετικά εάν η καραντίνα καθίσταται υποχρεωτική καταγράφεται ως 2<sup>ος</sup>. (github.com/OxCGRT, 2023)

Οι έλεγχοι των διεθνών ταξιδιών και η αυστηρότητάς τους τηρήθηκαν από όλες τις χώρες. Ο 2<sup>ος</sup> δείκτης που αφορά την υποχρεωτική καραντίνα, εφαρμόστηκε κυρίως σε Σλοβενία, Ισπανία, και Ιταλία. Η συγκεκριμένη πολιτική ήταν καίριας σημασίας καθώς οι περισσότερες χώρες τις νότιας Ευρώπης αποτελούν τουριστικές έλξεις για επισκέπτες.

### Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των πολιτικών περιορισμού και κλεισίματος

Ο φόβος για την επικινδυνότητα του νέου ιού και ο απροετοίμαστος υγειονομικός τομέας ανάγκασε τις κυβερνήσεις να λάβουν τα παραπάνω μέτρα περιορισμού. Συμπαραστατικά παρατηρείται ότι στις περιόδους όπου τα περιοριστικά μέτρα είναι όλο και πιο αυστηρά, η αύξηση των αθροιστικών κρουσμάτων φαίνεται ότι εξελίσσεται με πιο αργό ρυθμό. Για παράδειγμα στο Σχήμα 4.9 φαίνεται ότι οι αθροιστικοί δείκτες έχουν συνολικά τις υψηλότερες τιμές την άνοιξη του 2020 και το χειμώνα του 2020-2021. Σε αυτά τα χρονικά διαστήματα αν παρατηρηθούν σε όλα τα γραφήματα όπου αναπαρίστανται τα αθροιστικά κρούσματα για κάθε χώρα, όταν αυτά τα μέτρα εφαρμόζονται οι τιμές των κρουσμάτων ενώ είχαν αυξημένη ανοδική πορεία, έπειτα τείνει

να μειώνεται ο αυξητικός τους ρυθμός. Δηλαδή συνολικά τα περιοριστικά μέτρα και ο μέγιστος δείκτης αυστηρότητάς τους, μείωσε το ρυθμό αύξησης περιστατικών, στο αμέσως επόμενο χρονικό διάστημα από την εφαρμογή τους.



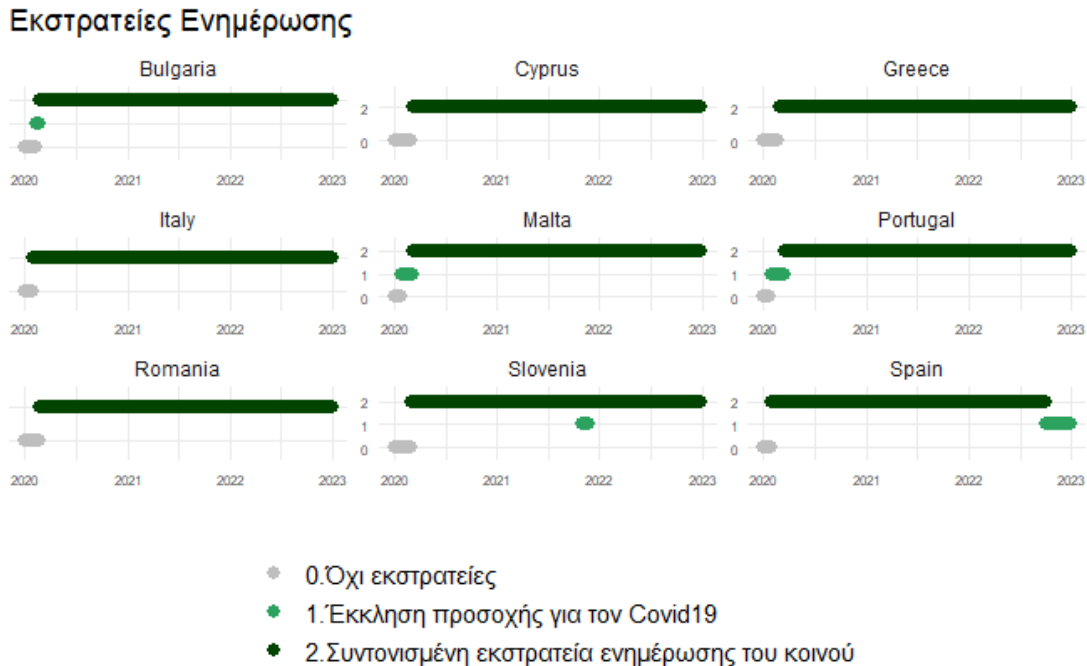
Σχήμα 4.9: Αθροιστικοί δείκτες περιορισμού και αυστηρότητάς τους, για όλες τις παραπάνω αναφορές, συγκριτικά για κάθε χώρα.

Ο οργανισμός Oxford Coronavirus Government Response Tracker συνδυάζει τους δείκτες «περιορισμού και κλεισίματος» (Σχήμα 4.9), οι οποίοι αποτελούνται από τις παραπάνω αναφορές: κλείσιμο σχολείων, δημόσιων συγκοινωνιών και χώρων εργασίας, ακύρωση δημόσιων εκδηλώσεων, περιορισμοί στις δημόσιες συγκεντρώσεις, υποχρεωτικές εντολές παραμονής στο σπίτι, περιορισμοί εσωτερικών μετακινήσεων, έλεγχοι διεθνών ταξιδιών. Ο συνολικός δείκτης στο Σχήμα κυμαίνεται από 0 έως 100, με το 0 να αντιπροσωπεύει την απουσία αυστηρών μέτρων και το 100 την πιο αυστηρή απάντηση της κυβέρνησης.

Η εξέλιξη της πανδημίας, τα κρούσματα, θάνατοι/ποσοστά θνητότητας, είχαν άμεση σχέση με τους αθροιστικούς δείκτες περιορισμού και αυστηρότητας. Για παράδειγμα στο Σχήμα 4.9, η Ρουμανία και η Βουλγαρία, όπου στις περιόδους που οι υπόλοιπες χώρες είχαν υψηλούς αθροιστικούς δείκτες περιορισμού και αυστηρότητας, αυτές οι δύο είχαν τους χαμηλότερους. Το αποτέλεσμα ήταν να έχουν υψηλό ρυθμό αύξησης κρουσμάτων και κυρίως υψηλά ποσοστά θνητότητας κατά τη συνέχεια της πανδημίας όπως αναλύθηκε στο Κεφάλαιο 3.

## Πολιτικές Συστήματος Υγείας

Οι συγκεκριμένες πολιτικές αφορούν εκστρατείες ενημέρωσης, πρόσβασης σε διαγνωστικούς ελέγχους PCR, χρήσης προστατευτικής μάσκας και προστασίας της ευάλωτης ηλικιακής ομάδας των ηλικιωμένων.



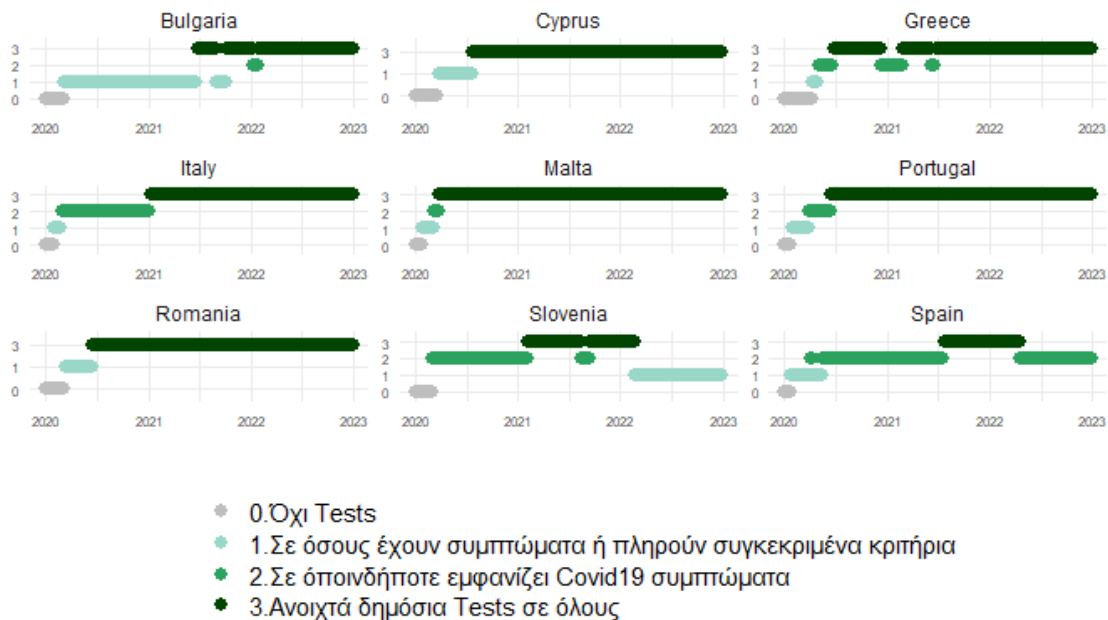
Σχήμα 4.10: Πολιτικές εκστρατειών ενημέρωσης για την κρισιμότητα της πανδημίας για όλες τις χώρες.

Στο Σχήμα 4.10 γίνεται αναφορά στην παρουσίαση εκστρατειών για δημόσια πληροφόρηση περί του ιού. Τα στοιχεία για την έναρξη μιας συντονισμένης εκστρατείας περιλαμβάνουν μια επίσημη ανακοίνωση ή δελτίο τύπου, ανακοινώσεις της κυβέρνησης και του υπουργείου υγείας, δράσεις από ιστοσελίδες. Τακτικές ενημερώσεις από τα προηγούμενα μέσα καταγράφονται στον 2<sup>ο</sup> δείκτη, Στον 1<sup>ο</sup> δείκτη περιλαμβάνονται πιο αδρανείς και σπάνιες ενημερώσεις ή όταν δημόσιοι αξιωματούχοι καλούν τους πολίτες να είναι προσεκτικοί σχετικά με τον ιό. ([github.com/OxCGRT](https://github.com/OxCGRT), 2023)

Οι κυβερνήσεις όπως ήταν αναμενόμενο έπρεπε καθ' όλη τη διάρκεια της πανδημίας να ενημερώνουν τους πολίτες για την επικινδυνότητα του ιού. Όπως παρατηρείτε στο Σχήμα 4.10, πραγματοποιήθηκαν συντονισμένες εκστρατείες ενημέρωσης από δελτία τύπου, ιστοσελίδες και δημόσιους φορείς ενημέρωσης, σε όλα τα κράτη. Βέβαια αν και ήταν αναγκαία η συνεχής ενημέρωση και προσοχή περί του επικίνδυνου ιού, όπως θα αναλυθεί στην επόμενη ενότητα, προκάλεσε σε πολλές περιπτώσεις σύγχυση και επιβάρυνε την ψυχολογία των πολιτών.



## Πρόσβαση σε Tests PCR



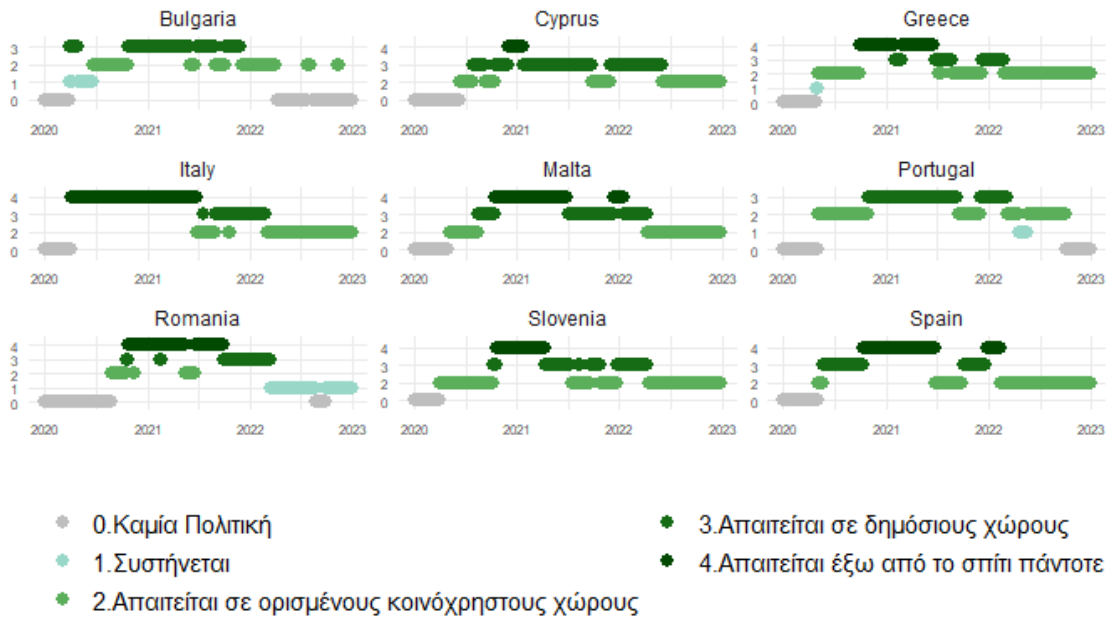
Σχήμα 4.11: Πολιτικές πρόσβασης σε ελέγχους Μοριακής Μεθόδου Ανάλυσης (PCR) για κάθε χώρα.

Στο Σχήμα 4.11 καταγράφονται πολιτικές σχετικά με το ποιος έχει πρόσβαση σε Tests PCR. Στον 1<sup>ο</sup> δείκτη τα συγκεκριμένα κριτήρια αποτελούν αυτοί που είναι εργαζόμενοι, εισήχθησαν στο νοσοκομείο, ήρθαν σε επαφή με γνωστό κρούσμα, επέστρεψαν από το εξωτερικό. Στο 2<sup>ο</sup> δείκτη τα PCR είναι διαθέσιμα σε συμπτωματικά άτομα, ενώ στον τρίτο σε όλους. (github.com/OxCGRT, 2023)

Οι βασικότεροι τύποι διαγνωστικών ελέγχων για την ανίχνευση του ιού, είναι η μοριακή μέθοδος ανάλυσης (PCR), η ταχεία ανίχνευση του αντιγόνου του ιού (RAPID) και οι έλεγχοι ανίχνευσης αντισωμάτων. Το test PCR χρησιμοποιεί δείγμα ριβονουκλεϊκού οξέος (RNA), το οποίο βοηθάει στο να γίνουν ορατά ακόμη και τα μικρά ίχνη του ιού. Το πλεονέκτημα του διαγνωστικού ελέγχου με μέθοδο PCR, έναντι του πιο διαδεδομένου και άμεσου RAPID, είναι η ακριβέστερη αξιοπιστία του εξαλείφοντας την τυχόν παρεμβολή άλλων ιών. Τα μειονεκτήματα είναι ότι πραγματοποιείται μόνο από επαγγελματίες υγείας και τα αποτελέσματά του δεν είναι άμεσα διαθέσιμα, δηλαδή απαιτείται περισσότερος χρόνος σε σχέση με την απλή ανίχνευση. (K. Faley, 2023)

Στο Σχήμα 4.11 φαίνεται πως τα μοριακά test ήταν διαθέσιμα κατά μεγάλα χρονικά διαστήματα σε από το πρώτο έτος της πανδημίας σε Κύπρο, Ελλάδα, Ρουμανία, Μάλτα και Πορτογαλία. Σε αντίθεση με Ιταλία, Βουλγαρία, Σλοβενία και Ισπανία, όπου εκεί τα PCR ήταν ανοιχτά σε όλους για ελεύθερο έλεγχο.

## Χρήση Μάσκας Προσώπου

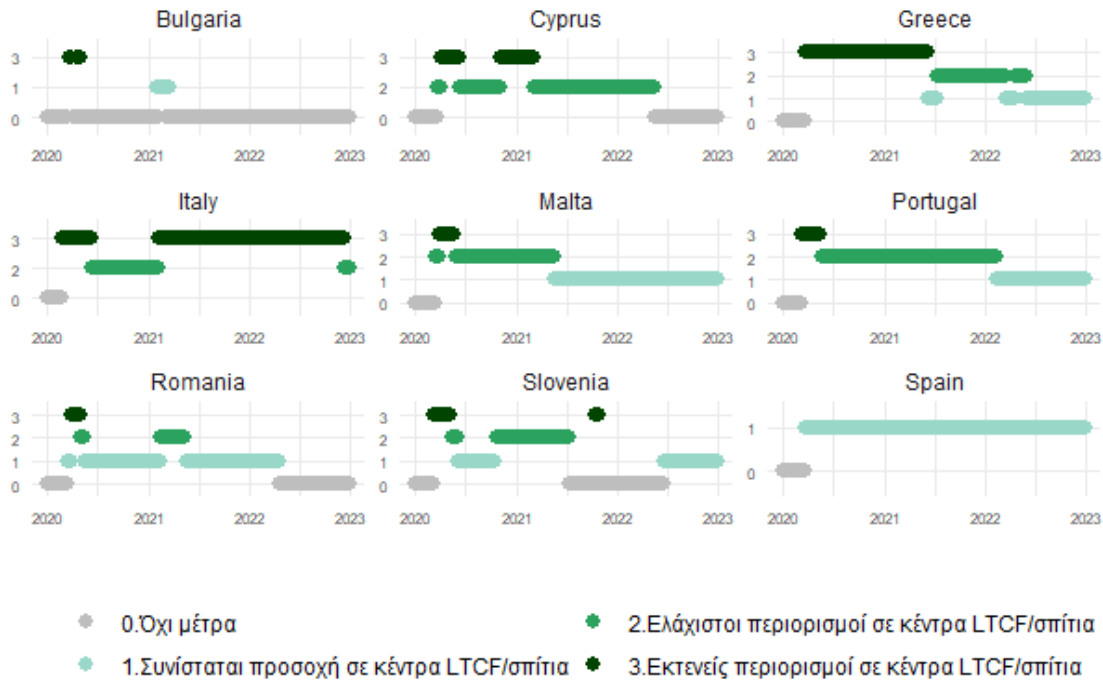


Σχήμα 4.12: Πολιτικές χρήσης μάσκας προσώπου για την προστασία από τον ιό σε όλες τις χώρες.

Στο Σχήμα 4.12 αναφέρονται οι πολιτικές προστασίας και επιβολής χρήσης μάσκας προσώπου. Αναλυτικά κατά τον 2<sup>ο</sup> δείκτη ήταν υποχρεωτική όταν οι πολίτες βρίσκονταν σε ορισμένους εξωτερικούς δημόσιους χώρους με πληθυσμό αλλά και σε περιπτώσεις όπου η κοινωνική απόσταση δεν ήταν εφικτή. Στην 3<sup>η</sup> περίπτωση το κάλυμμα προσώπου έπρεπε να υφίσταται σε όλους τους δημόσιους χώρους. Ενώ στην αυστηρότερη περίπτωση οι κυβερνήσεις υποχρέωναν σε χρήση μάσκας σε οποιονδήποτε εξωτερικό χώρο ανεξαρτήτως παρουσίας άλλων ατόμων. (github.com/OxCGRT, 2023)

Μια σημαντική πολιτική για την προστασία από την πρόσληψη του ιού αποτέλεσε η κάλυψη του προσώπου. Στο Σχήμα 4.12 οι καταγραφές αποδεικνύουν ότι σε όλες τις χώρες απαιτήθηκε για κάποια διαστήματα η χρήση μάσκας σε περιπτώσεις έξω από το σπίτι. Οι αρχές σε Ιταλία, Ελλάδα, Ρουμανία, Σλοβενία, Ισπανία και Μάλτα φαίνεται ότι απαίτησαν από τους πολίτες να φορούν μάσκα προσώπου για μεγάλα χρονικά διαστήματα, κυρίως στα δύο πρώτα έτη. Την εξαίρεση αποτέλεσαν Βουλγαρία και Πορτογαλία όπου η αυστηρότερη περίπτωση σε αυτή την πολιτική υπήρξε η απαίτηση μάσκας μόνο σε δημόσιους χώρους με συνωστισμό. Η Ιταλία, θορυβούμενη από τα υψηλά ποσοστά θνητότητας στις αρχές της πανδημίας, εφάρμοσε τη μέγιστη αυστηρότητας πολιτική για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα, από την άνοιξη του 2020 έως το καλοκαίρι του 2021.

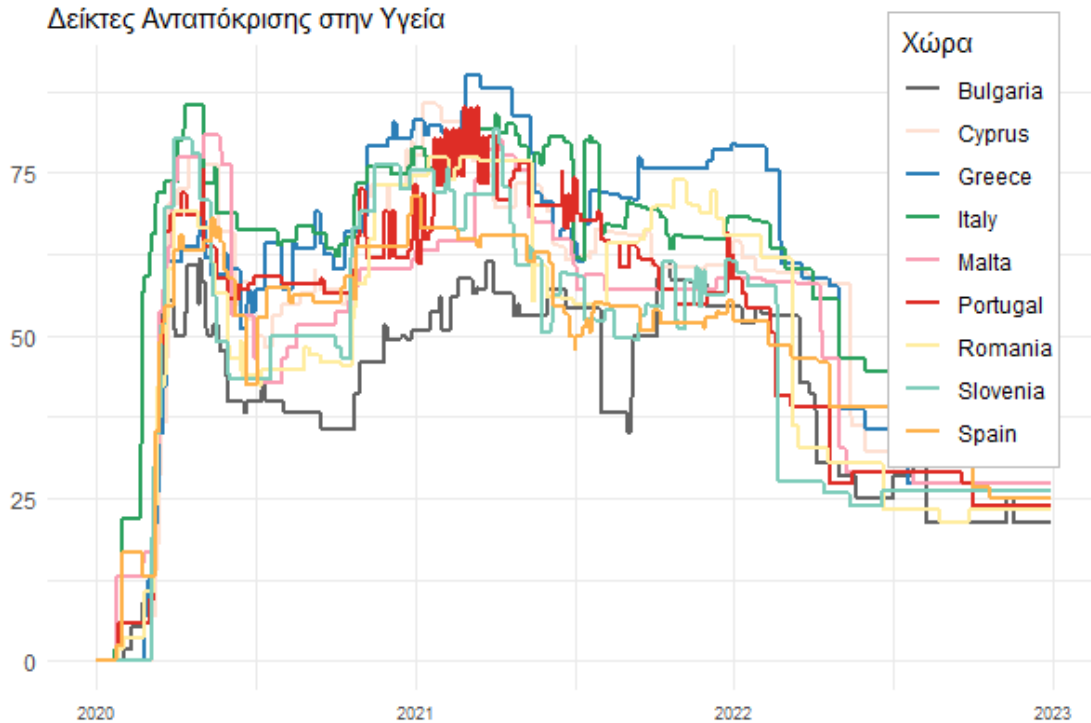
## Προστασία των Ηλικιωμένων



Σχήμα 4.13: Πολιτικές προστασίας της ευάλωτης ομάδας των ηλικιωμένων από τον Covid19, για όλες τις χώρες.

Οι κυβερνήσεις κατά την διάρκεια της πανδημίας όφειλαν να προστατεύσουν την ευάλωτη ομάδα των ηλικιωμένων. Εφάρμοσαν πολιτικές προστασίας σε εγκαταστάσεις μακροχρόνιας φροντίδας LTCF (Long-Term Care Facilities), τα οποία είναι κυρίως γηροκομεία, αλλά και για τους υπόλοιπους ηλικιωμένους που κατοικούν στις οικίες τους. Στον 1<sup>ο</sup> δείκτη, του σχήματος 4.13, η προσοχή στα κέντρα LTCF αφορά κατά κύριο λόγο μέτρα υγιεινής, και έκκληση των ηλικιωμένων να μένουν σπίτι. Στον 2<sup>ο</sup> δείκτη υπήρξαν περιορισμοί σε εξωτερικούς επισκευές στα γηροκομεία, ενώ στον 3<sup>ο</sup> απαγόρευση στους μη απαραίτητους επισκέπτες και απαίτηση στους ηλικιωμένους να μένουν σπίτι, με ελάχιστες εξαιρέσεις. (github.com/OxCGRT, 2023)

Οι κυβερνήσεις είχαν και σε υπόληψη την ευάλωτη ομάδα των ηλικιωμένων, οι οποίοι ήταν άμεσα απειλούμενοι από τον ιό. Στο Σχήμα 4.13 παρατηρείται ότι Η Ιταλία και Ελλάδα εφάρμοσαν τον 3<sup>ο</sup> δείκτη κατά μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα σε σχέση με τις υπόλοιπες χώρες. Η συγκεκριμένη πολιτική προστασίας φαίνεται πως εφαρμόστηκε λιγότερο σε Βουλγαρία, υπήρξαν αναφορές μόνο κατά τις μικρές περιόδους όπου τα κρούσματα ήταν υψηλά. Αξιοσημείωτη πολιτική εφάρμοσε η Ισπανία όπου δεν εφάρμοσε καθόλου περιορισμούς, αλλά προέβινε μόνο σε συστάσεις.



Σχήμα 4.14: Αθροιστικοί δείκτες δράσεων και ανταποκρίσεων στον τομέα της υγείας συγκριτικά για κάθε χώρα.

Ο οργανισμός Oxford Coronavirus Government Response Tracker συνδυάζει τους δείκτες «ανταπόκριση των κυβερνήσεων στο σύστημα υγείας» οι οποίοι αποτελούνται από τις παραπάνω αναφορές: εκστρατείες ενημέρωσης, πρόσβαση σε Tests, χρήση μάσκας προσώπου και προστασίας ηλικιωμένων. Ο συνολικός δείκτης στο Σχήμα κυμαίνεται από 0 έως 100, με το 0 να αντιπροσωπεύει την απουσία αυστηρών μέτρων και το 100 την πιο αυστηρή απάντηση της κυβέρνησης.

Όπως στους αθροιστικούς δείκτες περιορισμού και αυστηρότητας (Σχήμα 4.9), έτσι και στους αθροιστικούς δείκτες ανταπόκρισης σε υγεία (Σχήμα 4.14), η Βουλγαρία και η Ρουμανία φαίνεται να συγκεντρώνουν τις χαμηλότερες τιμές κατά τα έτη της πανδημίας. Επιπλέον οι αμέσως επόμενες χαμηλές τιμές καταγράφηκαν σε Σλοβενία και Μάλτα.

### **Οικονομικές Πολιτικές**

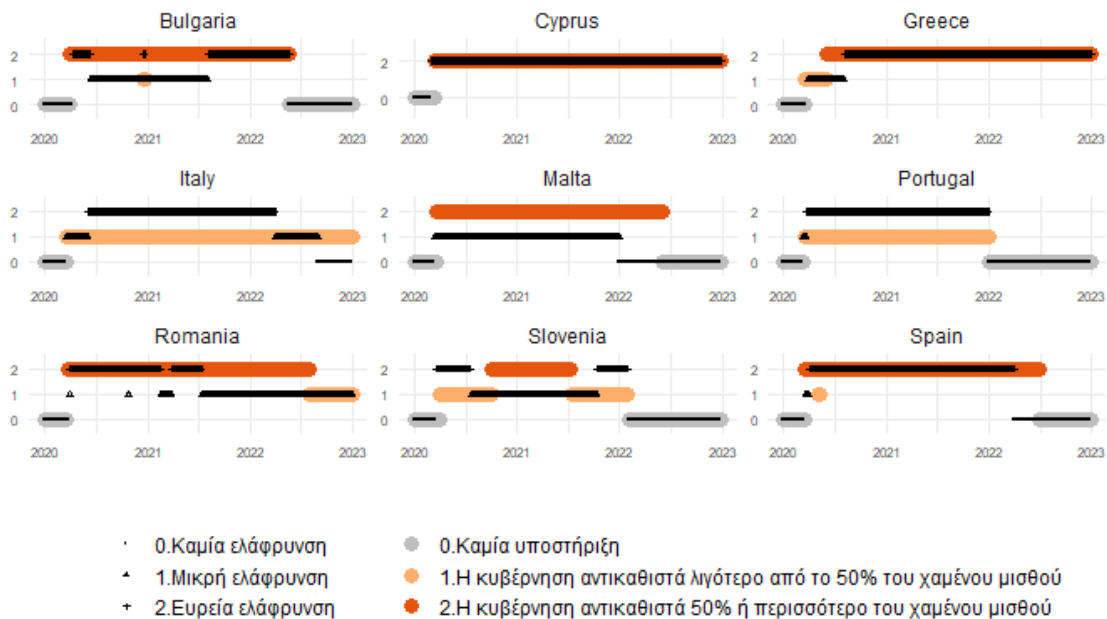
Για την αντιμετώπιση των επίσημων επιπτώσεων της πανδημίας στην οικονομία των πολιτών, οι κυβερνήσεις μμήθηκαν πολιτικές της ΕΕ. Επέλεξαν λύσεις προστασίας εισοδήματος και στήριξης με επιδοτήσεις. Τα συστήματα προστασίας μισθών και ελάφρυνσης διέφεραν σε κάθε χώρα. Για παράδειγμα στην Ελλάδα αυτό πραγματοποιήθηκε με μερική απασχόληση, διατήρηση θέσης εργασίας, καταβολή επιδομάτων και στήριξη ελεύθερων επαγγελματιών. Σε Ιταλία και Πορτογαλία με

επέκταση αδειών, εισόδημα έκτακτης ανάγκης, αναστολή λήψης συμβάσεων πίστωσης. Στην Ισπανία οι αρχές επέλεξαν να επεκτείνουν προγράμματα μερικής ανεργίας, υποστήριξη στον ευάλωτο πληθυσμό σε στεγαστικές υποχρεώσεις. Παράλληλα με τα μέτρα οικονομικής ενίσχυσης σε ιδιώτες, οι κυβερνήσεις προστάτευσαν όσους κινδύνεψαν από την ανεργία με ενέργειες όπως επέκταση διάρκειας ασφάλισης των ανέργων. (A.Moreira, et al, 2020)

Η οικονομική στήριξη σε επιχειρήσεις σε Ελλάδα και Ιταλία αφορούσε η αναστολή καταβολή φόρων, σε Ιταλία υπήρξε δυνατότητα πρόσβασης σε κονδύλια άμεσης υποστήριξης. Σε Ισπανία αναβολή πληρωμών φόρων, υποχρεώσεων προς το κράτος και επέκταση συμβάσεων πίστωσης, ενώ σε Πορτογαλία υπήρξε στήριξη στις συμβάσεις. (A.Tavares, P.Ferreira, 2023)

Πολιτικές επενδύσεων εφαρμόστηκαν για την καταπολέμηση της οικονομικής αναταραχής που προκάλεσε η πανδημία. Οι επενδύσεις αυτές διέφεραν από χώρα σε χώρα. Για παράδειγμα η Ελλάδα επένδυσε περισσότερο στον ιδιωτικό τομέα, στην εργασιακή απασχόληση και στην παιδική μέριμνα. Η Ισπανία επένδυσε κυρίως στο τουρισμό και εφάρμοσε μέτρα για την καταπολέμηση της ανεργίας. Η Ιταλία έδωσε μεγαλύτερη προτεραιότητα στην εκπαίδευση και στην εργασιακή απασχόληση. Τέλος η Πορτογαλία είχε λιγότερες επενδύσεις στην απασχόληση εστιάζοντας και προστατεύοντας περισσότερο τους νέους και τις εταιρείες. (I.Martins, H.Rocha, 2022)

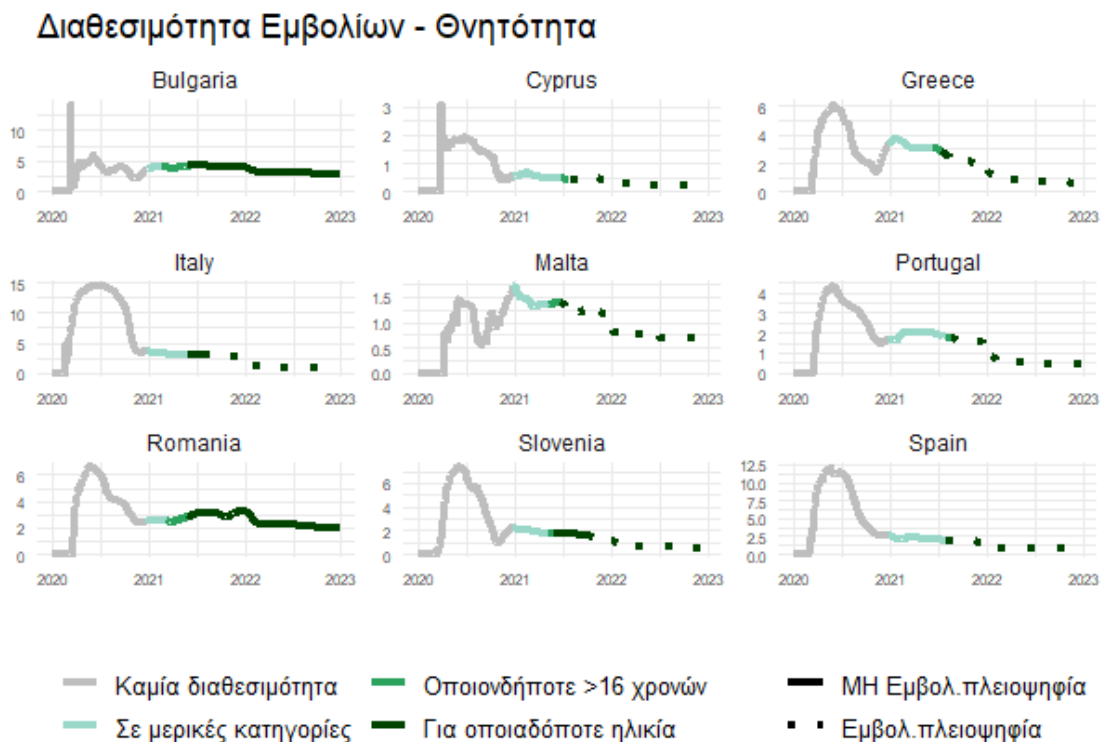
#### Υποστήριξη Εισοδήματος - Ελάφρυνση Χρέους/Συμβολαίου (για Νοικοκυριά)



Σχήμα 4.15: Πολιτικές οικονομικής προστασίας των πολιτών από την οικονομική δυσχέρεια που προκάλεσε η πανδημία, για όλες τις χώρες

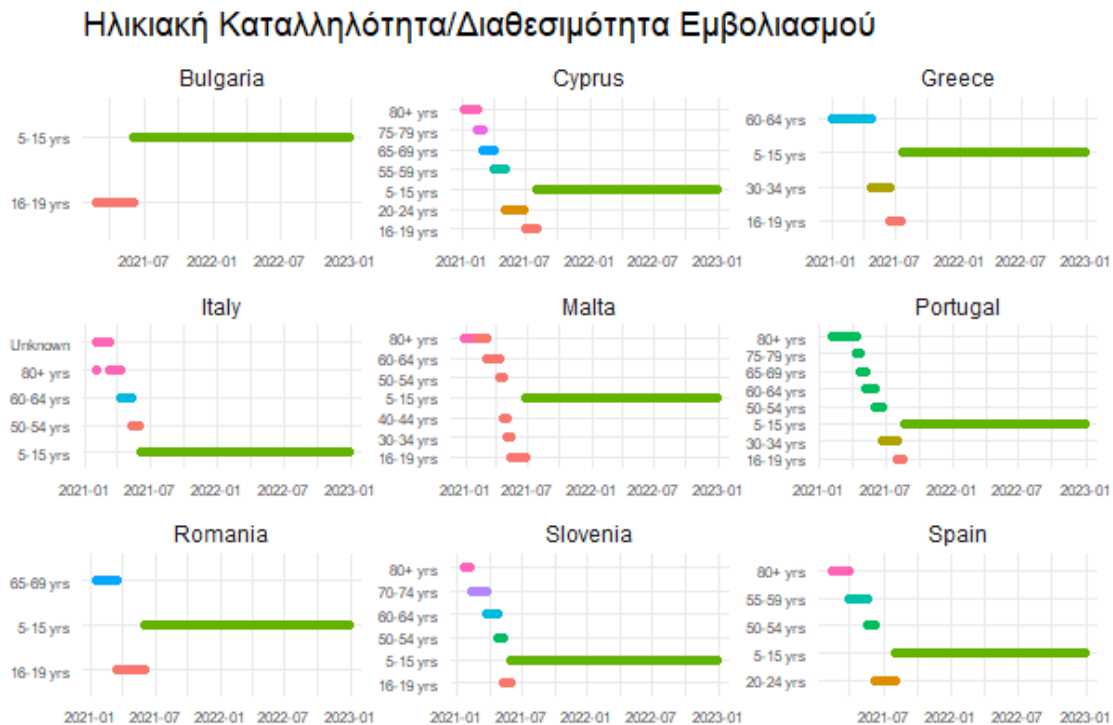
Στην υποστήριξη εισοδήματος (Σχήμα 4.15) καταγράφεται οποιαδήποτε οικονομική ενίσχυση της κυβέρνησης σε πολίτες οι οποίοι έχασαν τη δουλειά τους ή δεν είχαν τη δυνατότητα να εργαστούν λόγω της πανδημίας. Αναφέρονται όλες οι εισοδηματικές υποστηρίξεις που ίσχυσαν σε εθνικό επίπεδο (όχι σε ορισμένες μόνο περιοχές της χώρας) και σε φορολογούμενους πολίτες. Στην περίπτωση όπου η κυβέρνηση καλύπτει λιγότερο του 50%, συμπεριλαμβάνονται οι περιπτώσεις όπου η σταθερή ποσότητα που καταβάλλεται ως αποζημίωση είναι λιγότερη από το 50% του μέσου μισθού στην εκάστοτε χώρα. Παρομοίως στην 2<sup>η</sup> περίπτωση ενίσχυσης, αν η αποζημίωση είναι σε μορφή σταθερού ποσού, αυτό θα είναι τουλάχιστον το 50% του μέσου μισθού της εκάστοτε περιοχής ή χώρας. Στην πολιτική ελάφρυνσης χρέους οι κυβερνήσεις παγώνουν τις οικονομικές υποχρεώσεις των πολιτών, ώστε να έχουν λιγότερα έξοδα στην ήδη επιβαρυσμένη οικονομικά εποχή του Covid19. Σε αυτή την περίπτωση καταγράφηκαν μόνο οι βοήθειες σε νοικοκυριά και όχι σε επιχειρήσεις. Στον πρώτο δείκτη συνήθως η στενή ελάφρυνση εφαρμόζεται σε συγκεκριμένα είδη συμβάσεων ή χρεών, ενώ δεύτερο δείκτη η ευρεία ελάφρυνση επικεντρώνεται σε ευρύτερες οικονομικές καταστάσεις ή κατηγορίες πολιτών. Βασικές ενέργειες αφορούν την παύση αποπληρωμής δανείων, την πρόληψη διακοπής υπηρεσιών και την απαγόρευση εξώσεων. (github.com/OxCGRT)

### Πολιτικές Εμβολιασμού



Σχήμα 4.16: Πολιτικές διαθεσιμότητας εμβολίων και η συσχέτισή τους με την εξέλιξη των ποσοστών θνητότητας, για κάθε χώρα.

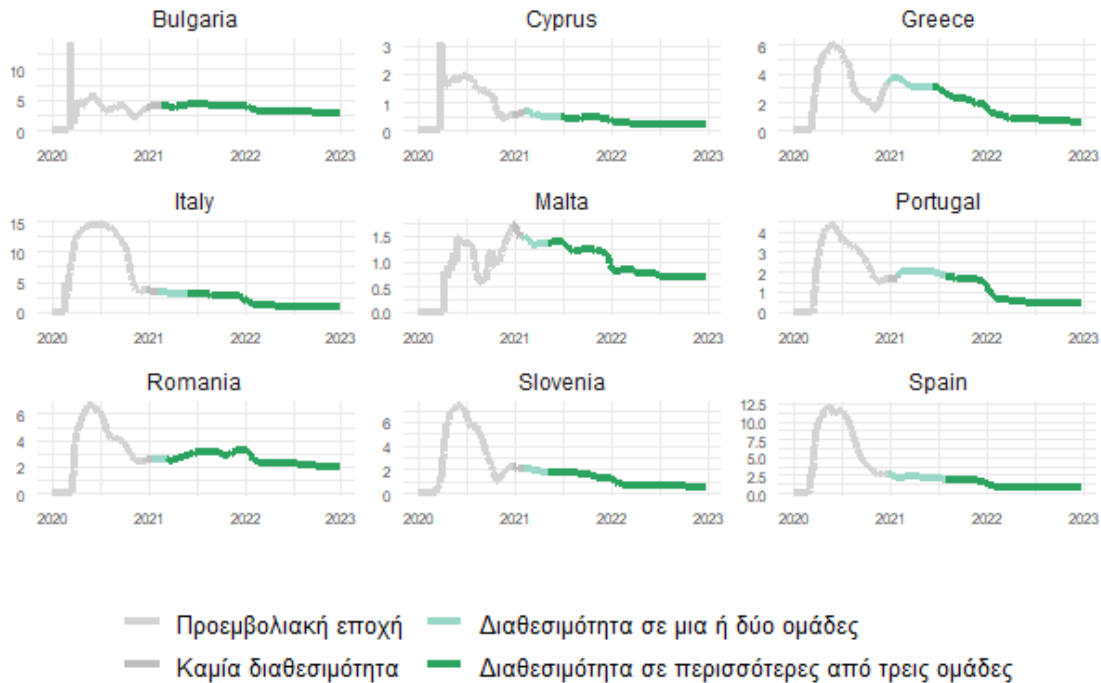
Στο γράφημα (Σχήμα 4.16), απεικονίζεται η συσχέτιση πολιτικής εμβολιασμών με ποσοστά θνητότητας για κάθε χώρα. Συγκεκριμένα, ο λόγος των αθροιστικών νέων θανάτων ως προς των αθροιστικών νέων κρουσμάτων σε ποσοστό έως τη χρονική στιγμή του οριζόντιου άξονα. Όπου η γραμμή του ποσοστού θνητότητας είναι συνεχής σημαίνει ότι η πλειοψηφία του πληθυσμού της χώρας δεν είναι εμβολιασμένη. Αντιθέτως στο χρονικό διάστημα όπου η γραμμή φαίνεται διακεκομμένη, ο πληθυσμός έχει εμβολιαστεί κατά την πλειοψηφία του. Όταν το εμβόλιο εγκριθεί σε βρέφη 0-4 ετών τότε η πολιτική βρίσκεται σε τελική ισχύ.



Σχήμα 4.17: Πολιτική διαθεσιμότητας εμβολίων με βάση την ηλικία, για κάθε χώρα.

Συνολικά για την Ευρώπη, το Σεπτέμβριο του 2023, το Ευρωπαϊκό Κέντρο Ελέγχου Νοσημάτων (ECDC) ανανέωσε τη διαδικασία ανάλυσης των δεδομένων κάλυψης εμβολιασμών κατά της COVID-19. Συγκεκριμένα αναφέρει ότι το ποσοστό κάλυψης εμβολιασμού διαφέρει σημαντικά μεταξύ των χωρών. Για παράδειγμα, έξι χώρες έχουν επιτύχει κάλυψη πάνω από 50% για την ηλικιακή ομάδα 60 ετών και άνω, ενώ εννέα χώρες ανέφεραν υψηλή κάλυψη για την ομάδα 80 ετών και άνω. Η ανάλυση τονίζει επίσης τη μεγάλη διαφορά στα ποσοστά κάλυψης ανάμεσα στις χώρες, με μέσο όρο κάλυψης 12% για άτομα άνω των 60 ετών και 17,1% για άτομα άνω των 80 ετών. Αυτό δείχνει ότι κάποιες χώρες έχουν μεγαλύτερη πρόοδο στον εμβολιασμό των ηλικιωμένων πληθυσμών τους σε σχέση με άλλες. (ecdc.europa.eu, 2024)

## Χορήγηση Εμβολίων σε Κλινικά/Ιατρικά Ευάλωτες Ομάδες - Θνητότητα



Σχήμα 4.18: Πολιτικές χορήγησης/προτεραιότητας εμβολίων σε κλινικά/ιατρικά ευάλωτες ομάδες και η συσχέτισή τους με την εξέλιξη των ποσοστών θνητότητας, για κάθε χώρα.

Στο Σχήμα 4.18, απεικονίζεται η συσχέτιση πολιτικής εμβολιασμών με ποσοστά θνητότητας για κάθε χώρα. Συγκεκριμένα, ο λόγος των αθροιστικών νέων θανάτων ως προς των αθροιστικών νέων κρουσμάτων σε ποσοστό έως τη χρονική στιγμή του οριζώντιου άξονα. Αναφέρεται πότε τα εμβόλια είναι διαθέσιμα σε ευάλωτες ομάδες ανθρώπων, κάτω των 60 ετών, οι οποίοι βρίσκονται εκτεθειμένοι στην άμεση απειλή του ιού. Συγκεκριμένα αυτές οι ομάδες αποτελούνται από τα άτομα με ειδικές ανάγκες (νευρολογικές αναπηρίες, σύνδρομο Down), με χρόνιες παθήσεις (όπως καρδιολογικές και αναπνευστικές παθήσεις, διαβήτη), έγκυοι, άτομα που συζούν με ευάλωτα άτομα που ανήκουν σε προτεραιότητα. ([github.com/OxCGRT](https://github.com/OxCGRT), 2023)

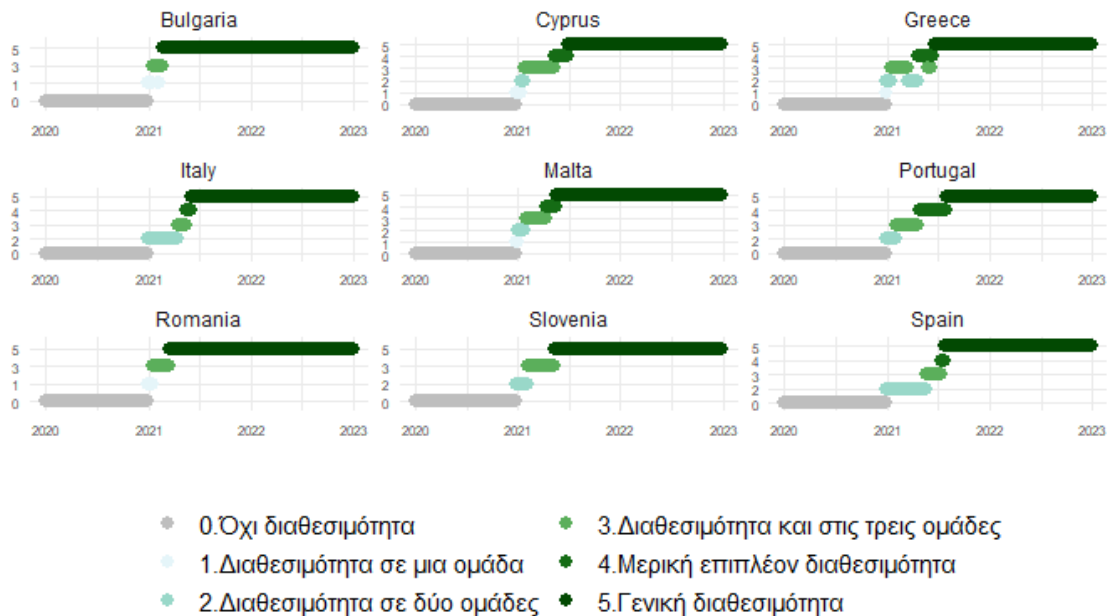
Οι κυβερνήσεις χρησιμοποίησαν διάφορες κατηγοριοποιήσεις για τη διανομή των εμβολίων. Στο Σχήματα (4.16), (4.17), (4.18) και (4.19) καταγράφονται ποιες κατηγορίες ατόμων λαμβάνουν εμβόλια. Επίσης αναφέρονται καταγραφές όταν υπάρχουν οποιαδήποτε στοιχεία πολιτικών εντός της χώρας ότι η εκάστοτε ομάδα εμβολιάζεται.

Η αρνητική συσχέτιση ποσοστών θνητότητας με εμβολιαστικές δόσεις στις χώρες της νοτιοανατολικής Ευρώπης, εντοπίζεται πιο ευδιάκριτα στην ανάλυση της επόμενης υποενότητας.



Οι εμβολιασμοί αποτέλεσαν ασπίδα προστασίας σε άτομα με συννοσηρότητα, δηλαδή συνύπαρξης του Covid19 με οποιαδήποτε μακροχρόνια παθολογική κατάσταση, έτσι πολλές χώρες εφάρμοσαν προτεραιότητα στα συγκεκριμένα άτομα. Η παρουσία συννοσηρότητας επιδεινώνει τη σοβαρότητα της νόσου στην υγεία του μολυσμένου. Συννοσηρότες όπως καρδιολογικές παθήσεις, διαβήτη, αναπνευστικών παθήσεων και ανοσοκατασταλμένων περιπτώσεων απειλούν με σοβαρές εκβάσεις νοσηλείας και θνητότητας. Η ανάγκη λοιπόν εφαρμογής στοχευμένων μέτρων για τη διαχείριση συννοσηρότητας αυτού του ευάλωτου πληθυσμού ήταν καίρια. (Α. Ψαρρέα, 2023)

### Χορήγηση Εμβολίων σε Διαφορετικές Ομάδες



Σχήμα 4.19: Πολιτικές χορήγησης/προτεραιότητας εμβολίων σε διαφορετικές ομάδες και η συσχέτισή τους με την εξέλιξη των ποσοστών θνητότητας, για κάθε χώρα.

Στην απεικόνιση του Σχήματος 4.19, αναφέρονται τακτικές που ίσχυσαν σε ολόκληρη τη δικαιοδοσία. Οι τρεις ομάδες για τις οποίες αναφέρονται οι δείκτες 1, 2, 3 και 4 είναι οι βασικοί εργαζόμενοι, οι κλινικά ευάλωτοι (μη ηλικιωμένοι) και οι ηλικιωμένοι. Στον 4<sup>ο</sup> δείκτη υπάρχει μερική επιπλέον διαθεσιμότητα σε ευρύτερες ηλικιακές ομάδες. Οι βασικοί εργαζόμενοι ορίζονται σύμφωνα με την εκάστοτε αρχή και συνήθως αποτελούν γιατρούς, εργαζόμενοι τροφικής αλυσίδας και υψηλού κινδύνου. (github.com/OxCGRT, 2023)

#### 4.1.2 Ανάλυση Εμβολιαστικών Δράσεων και Αποτελεσματικότητά τους

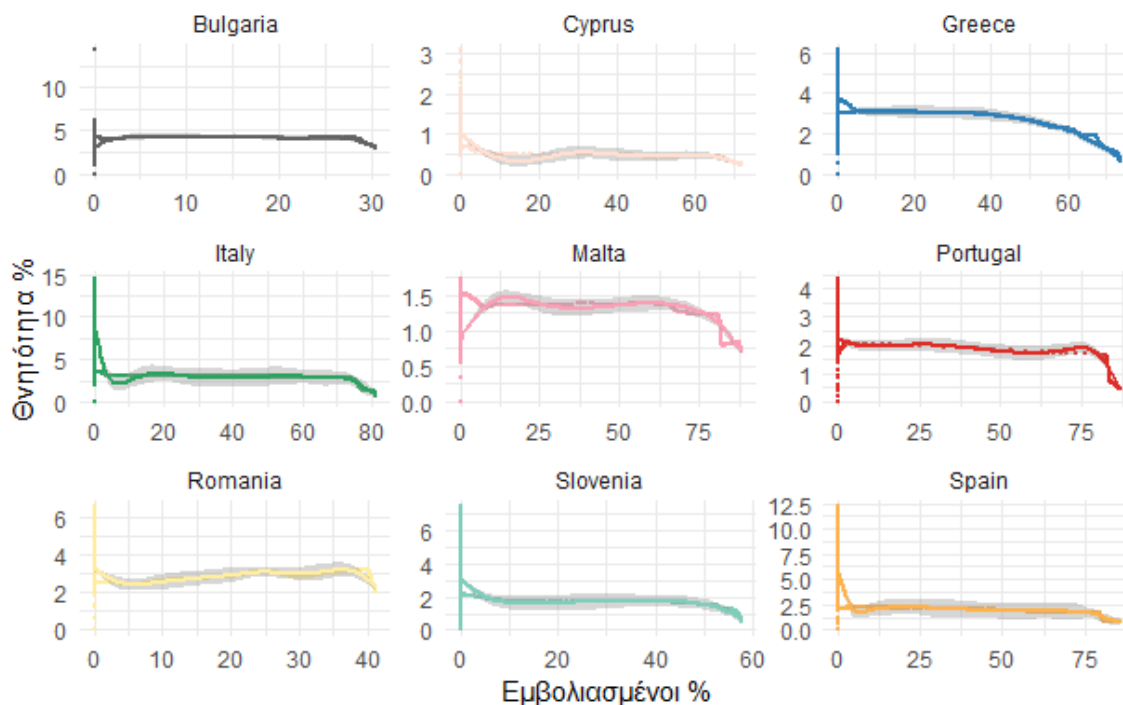
Οι δράσεις των εμβολιασμών έσωσαν 1.4 εκατομμύρια ζωές σε όλη την Ευρώπη, μειώνοντας τους θανάτους κατά 57% από το Δεκέμβριο του 2020 έως τα τέλη του 2023. Το μεγαλύτερο όφελος παρατηρήθηκε κυρίως στους ηλικιωμένους καθώς παρουσίασαν τα υψηλότερα ποσοστά μείωσης της θνητότητας από τον ιό. Αναλογικά ευεργετικά αποτελέσματα είχαν και οι χώρες της νότιας Ευρώπης. Οι χώρες όπου εφάρμοσαν πρόωρα τα προγράμματα εμβολιασμού είχαν και τα καλύτερα αποτελέσματα όσον αναφορά τον αριθμό των ανθρώπινων ζωών που σώθηκαν. (who.int, 2024)

Οι εκστρατείες εμβολιασμού και η αποτελεσματικότητα του εκάστοτε εμβολίου δεν καθόρισαν αποκλείστηκα από μόνες τους τον περιορισμό της θνητότητας. Σημαντικά εμπόδια αποδείχτηκαν ο δισταγμός του λαού να εμβολιαστεί αλλά και η μετάλλαξη του ιού σε νέες παραλλαγές. Το ποσοστό αποδοχής των πολιτών της κάθε χώρας να εμβολιαστούν έπαιξε καθοριστικό ρόλο στο έλεγχο της πανδημίας. Η συνολική αποδοχή των εμβολίων από τους πολίτες δεν ήταν η ίδια για κάθε χώρα. Η χαμηλή κάλυψη σε ορισμένες χώρες δεν οφείλεται αποκλείστηκα στη διαθεσιμότητα των δόσεων, αλλά στη δυσπιστία των πολιτών προς την κυβέρνηση και στο φόβο σχετικά με την αξιοπιστία και την ασφάλεια του εμβολίου. Η εμπιστοσύνη απέναντι στο εμβόλιο, το σύστημα υγείας και την κυβέρνηση φάνηκε ως κλειδί για την μείωση ή αύξηση των αντιεμβολιαστικών τάσεων. Για παράδειγμα στη Βουλγαρία μόνο 23% του πληθυσμού είχε λάβει δύο δόσεις έως το Νοέμβριο του 2021. Έρευνα στο ScienceDirect αναφέρει υψηλό ποσοστό δυσπιστίας των κατοίκων της Βουλγαρίας προς την κυβέρνηση και το ιατρικό προσωπικό, καθώς μόνο το 22% εκφράζουν εμπιστοσύνη στην κυβέρνησή τους και το 34% δεν εμπιστεύεται τον γιατρό. Επιπλέον το 94% των θανάτων αποτελέσαν μη εμβολιασμένα άτομα. (G.Fan, et al, 2022)

Ανισότητες στη διανομή και τη διαθεσιμότητα των εμβολίων υπήρξε παγκοσμίως. Αναφορά στο ScienceDirect αποκαλύπτει ότι το 80% των δόσεων έχουν κατανεμηθεί σε χώρες με υψηλό και μεσαίο βασικό εισόδημα. Συμπερασματικά οικονομικά ευκατάστατες χώρες ωφελήθηκαν στη διαθεσιμότητα εμβολίων, με αποτέλεσμα να μειώσουν τα ποσοστά θνητότητας και θνησιμότητας. (G.Fan, et al, 2022)

Παρά το γεγονός ότι οι εμβολιαστικές δράσεις αποδείχτηκαν ιδιαίτερα αποτελεσματικές για τη δημόσια υγεία και την οικονομία, πολλές χώρες της ΕΕ δαπανούν πολύ μικρά ποσά από τον προϋπολογισμό υγειονομικής περίθαλψης για τον εμβολιασμό. Μελέτη επισημαίνει ότι υπάρχει μεγάλη ανομοιογένεια στα προγράμματα εμβολιασμού μεταξύ των χωρών της ΕΕ, μέχρι τις αρχές του 2021. Οι χώρες της βόρειας και δυτικής Ευρώπης επένδυσαν περισσότερο σε σχέση με τις χώρες της νοτιοανατολικής Ευρώπης, όπου δαπάνες για εμβολιασμό ήταν χαμηλές. (P.Faivre, 2021)

## Συσχέτιση Ποσοστών Θνητότητας με Ποσοστών Εμβολιασμένων



Σχήμα 4.20: Συσχέτιση ποσοστών θνητότητας/εμβολισμών για κάθε χώρα.

Στο γράφημα του Σχήματος 4.20 απεικονίζεται η συσχέτιση του λόγου των αθροιστικών νέων θανάτων ως προς των αθροιστικών νέων κρουσμάτων σε ποσοστό με το ποσοστό του πληθυσμού που έχει εμβολιαστεί.

Παρατηρείται ότι υπάρχει πτώση του ποσοστού θνητότητας όταν τα ποσοστά εμβολιασμένων είναι υψηλά. Συγκεκριμένα σε Πορτογαλία, Ισπανία, Μάλτα, Ιταλία όπου τα ποσοστά των εμβολιασμένων «έφτασαν» το 70% ο λόγος θανάτων προς κρουσμάτων μειώθηκε σημαντικά. Αξιόλογη αλλά πιο μικρή μείωση θνητότητας παρατηρήθηκε και σε Ελλάδα και Σλοβενία. Αντιθέτως σε Βουλγαρία και Ρουμανία όπου τα ποσοστά κάλυψης εμβολιασμών παρέμειναν χαμηλά, δεν υπήρξε κατακόρυφη μείωση θνητότητας.

Μετά την έναρξη των εμβολιαστικών δράσεων και όσο τα ποσοστά κάλυψης μεγάλωναν οι μολύνσεις και η θνητότητα που προκαλούσε ο ιός περιορίστηκαν, με εξαίρεση το χειμώνα 2021-2022. Σε πολλές χώρες της νότιας Ευρώπης παρατηρήθηκε αρνητική συσχέτιση νέων κρουσμάτων με αθροιστικές εμβολιαστικές δόσεις, μετά τον Ιανουάριο του 2021. Δηλαδή όσο αυξανόταν ο αριθμός των δόσεων τα κρούσματα μειώνονταν. Ο συσχετισμός όμως άρχισε να παγώνει προσωρινά το Νοέμβριου του 2021 λόγω εμφάνισης της παραλλαγών του ιού. Το φθινόπωρο του 2021 οι μολύνσεις από την παραλλαγές Delta και Omicron ήταν υψηλές στις νότιες χώρες αυξάνοντας τα ποσοστά μολύνσεων και θανάτων. (H.Iqbal, et al, 2022)

## 4.2 Κοινωνικοοικονομικός Αντίκτυπος και Επιπτώσεις της Πανδημίας και των Περιοριστικών Μέτρων στις Χώρες της Νότιας Ευρώπης

Η οικονομική κρίση του 2008 είχε πληγώσει τις οικονομίες και κοινωνικές δομές των χωρών στη νότια Ευρώπη. Παρόλο που υπήρξε μια περίοδος οικονομικής ανάκαμψης σε μερικές χώρες τα επόμενα χρόνια, το πρώτο κύμα της πανδημίας του Covid 19 συντέλεσε στο να συνταράξει πάλι τη νότια Ευρώπη. (A.Moreira, et al, 2020)

Η ταχεία εξάπλωση του ιού άλλαξε τις ζωές των ανθρώπων απρόσμενα. Οι επιπτώσεις της πανδημίας είχαν άμεσο αντίκτυπο στην υγεία, στην εργασιακή απασχόληση, στην οικονομία, και στην κοινωνική ευημερία και ψυχολογία των πολιτών. Η πανδημία δεν αποτέλεσε απλά μια προσωρινή κρίση, καθώς οι επιπτώσεις στην υγεία μπορεί να παρατηρηθούν μακροχρόνιες (Long Covid). Επιπλέον μακροχρόνιες είναι οι επιπτώσεις σε κοινωνικοοικονομικές ανισότητες αφού οι οικονομικά ευάλωτες ομάδες πλήγηκαν σημαντικά από την πανδημία. Κράτη όπως η Ισπανία, η Πορτογαλία, η Ελλάδα και η Κύπρος, οι οποίες βρέθηκαν σε οικονομική κρίση το 2008, υπέστησαν μείωση των επενδύσεων στον τομέα της υγείας κατά τη διάρκεια των οικονομικών δυσκολιών. Το γεγονός αυτό είχε σοβαρές επιπτώσεις στην πρόσβαση των πολιτών σε υπηρεσίες υγείας και στην ποιότητα των υπηρεσιών, την περίοδο της πανδημίας. Ο Covid19 είχε σημαντικό αντίκτυπο στο προσδόκιμο ζωής των Ευρωπαίων, αφού μεγάλο ποσοστό των ετήσιων θανάτων αποδόθηκε στον ιό. Στις περισσότερες Ευρωπαϊκές χώρες οι αριθμοί θανάτων είχαν τις υψηλότερες τιμές από την εποχή του δεύτερου παγκόσμιου πολέμου. (A.Tavares, P.Ferreira, 2023)

### *Μεσοπρόθεσμες και Μακροπρόθεσμες Επιπτώσεις*

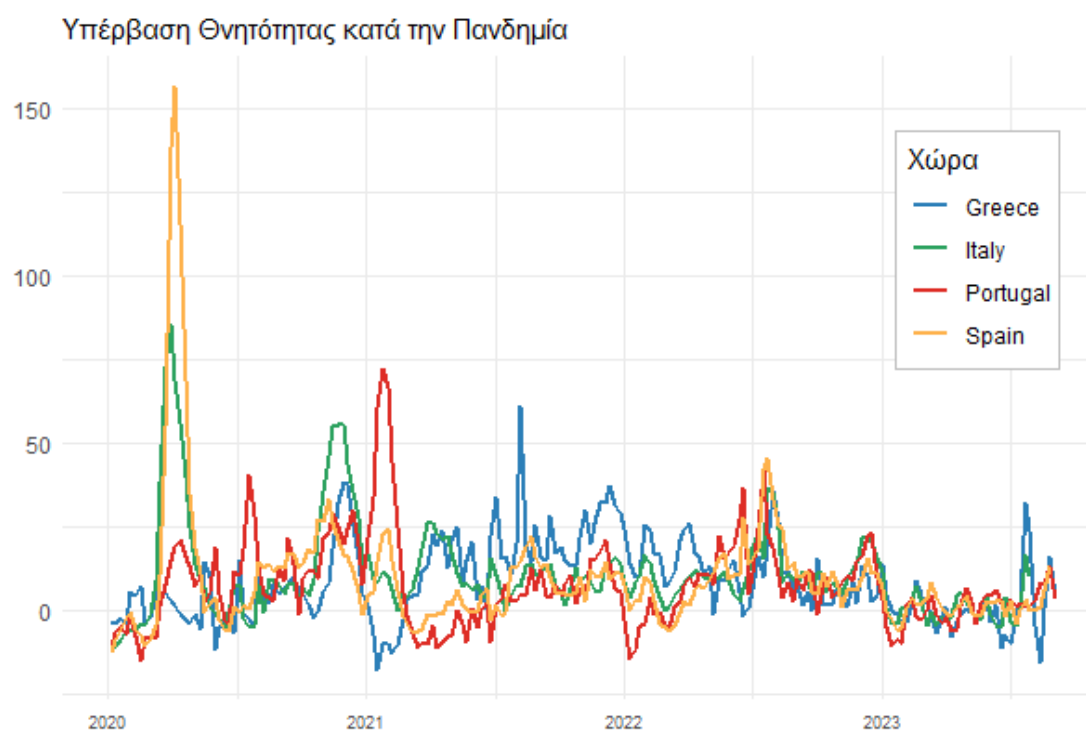
Οι επιπτώσεις της πανδημίας επεκτάθηκαν σε πολλούς τομείς και επίπεδα. Συγκεκριμένα σε κοινωνικοοικονομικές και επιπτώσεις υγείας, όπου διακρίνονται σε τρεις οδούς σύμφωνα με το μοντέλο WHO.

- Η άμεση επίπτωση στην υγεία του οργανισμού με τη μετάδοση της νόσου και ιδιαίτερα σε συννοσηρότητες με χρόνιες παθήσεις. Ο δείκτης της υπερβολικής θνητότητας (Σχήμα 4.21) αποδεικνύει άμεσα την επικινδυνότητα του ιού. Ιδιαίτερα στις αρχές της πανδημίας παρουσιάζονται υψηλές θετικές τιμές υπερβολικής θνητότητας, ενώ με την πάροδο του χρόνου η τιμή φαίνεται να συγκλίνει μεταξύ των 4 χωρών.
- Οι άμεσες επιπτώσεις που προκύπτουν από την εφαρμογή των μέτρων ελέγχου και περιορισμού της πανδημίας. Η κοινωνική απόσταση, ο περιορισμός, αναστολή σχολείων και χώρων εργασίας οδηγούν κοινωνικοοικονομικά προβλήματα όπως απώλεια εισοδήματος, ανεργία, διατάραξη ευημερίας και ψυχολογικών ισορροπιών. Τα μέτρα περιορισμού, κλείσιμο σχολίων, αναστολή αθλητικών δραστηριοτήτων, περιορισμός ελευθερίας επηρέασαν την ψυχική υγεία των νέων

ενήλικων και των παιδιών. Σε Ιταλία, Ισπανία και Πορτογαλία, όσον αναφορά τους νέους, στοιχεία έδειξαν ότι ποσοστά συμπτωμάτων κατάθλιψης, διαταραχής και άγχους υπερδιπλασιάστηκαν. Αυτά τα συμπτώματα ψυχικής υγείας παρατηρήθηκαν πιο διαδεδομένα σε νέους ενήλικες, γυναίκες και άτομα με χαμηλό εισόδημα. Συμπερασματικά παρατηρείται ότι υπάρχει σχέση μεταξύ ψυχικής υγείας και εισοδήματος, ιδιαίτερα στις μεσογειακές χώρες σε σύγκριση με χώρες τις βόρειας Ευρώπης.

- Μακροπρόθεσμες έμμεσες επιπτώσεις σε κοινωνικοοικονομικούς τομείς, όπως εκπαίδευση, απασχόληση και συστήματα υγείας (μη σχετιζόμενα με Covid). Η εξέλιξη του δημοσίου χρέους, για παράδειγμα σε Ελλάδα, απέκτησε ανησυχητικά επίπεδα κατά τα έτη 2020 και 2021, με αποτέλεσμα να περιορίσει περεταίρω επενδύσεις στον υγειονομικό τομέα.

(A.Tavares, P.Ferreira, 2023)



Σχήμα 4.21: Υπέρβαση θνητότητας σε σχέση με την εκτιμώμενη θνητότητα προ πανδημίας.

Η υπέρβαση θνητότητας στο Σχήμα 4.21 παριστάνει τη διαφορά του αριθμού θανάτων (για κάθε εβδομάδα από τις αρχές του 2020 έως τα μέσα του 2023), με την εκτίμηση των αναμενόμενων θανάτων την συγκεκριμένη περίοδο υπό «φυσιολογικές» συνθήκες εάν δεν υπήρχε η πανδημία. Η εκτίμηση πραγματοποιήθηκε από τους Agiel Karlinsky και Dmitry Kobak με μοντέλο παλινδρόμησης χρησιμοποιώντας δεδομένα θανάτων τα έτη 2015 έως 2019. (ourworldindata.org, 2024)

### ***Θεσμικοί Τομείς που Επηρεάστηκαν από τα Περιοριστικά Μέτρα***

Η κρίση της πανδημίας και τα αυστηρά περιοριστικά μέτρα προκάλεσαν σημαντικές αναταραχές στον οικονομικό, κοινωνικό, πολιτικό και ψυχολογικό τομέα. Οι ζωές των ανθρώπων επηρεάστηκαν με πρωτόγνωρες αλλαγές στην καθημερινότητα, στην εργασία και στις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις.

- **Εκπαίδευση:** Η ανάγκη των κυβερνήσεων να περιορίσουν τον ιό υποχρέωσαν τους εκπαιδευτικούς τομείς σε προσωρινή αναστολή ή διαδικτυακή διδασκαλία. Η ζωή και η καθημερινότητα των μαθητών/φοιτητών διαταράχθηκε σημαντικά, καθώς συνέχισαν την εκπαίδευσή τους εξ αποστάσεως. Ο διαδικτυακός τρόπος μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την εκπαίδευση. Αρνητικά αποτελέσματα είναι ότι νέοι συνήθως αφιερώνουν λιγότερο χρόνο διαβάσματος, υπάρχει έλλειψη συνεργασίας με συμμαθητές ή μπορεί να αναπτύξουν συμπτώματα άγχους. Επιπλέον η απομόνωση και η έλλειψη αλληλεπίδρασης εμπόδισε τους νέους να αναπτύξουν κοινωνικές δεξιότητες. Ένας άλλος λόγος που επηρέασε την ποιότητα της εκπαίδευσης είναι ότι πολλοί εκπαιδευτικοί δεν ήταν εξοικειωμένοι με την εξ αποστάσεως μέθοδο. Ακόμα σε πολλές περιπτώσεις υπήρχε έλλειψη τεχνολογικών πόρων από τους μαθητές ακόμη και από τους τομείς εκπαίδευσης, ώστε να λειτουργήσει ορθά η εκπαίδευση.
- **Οικογένεια:** Η εφαρμογή ορισμένων περιοριστικών μέτρων κλεισίματος χώρων εργασίας είχαν ως αποτέλεσμα την προσωρινή «παγίωση» μισθοδοσιών για πολλούς εργαζόμενους. Το γεγονός αυτό όπως είναι φυσιολογικό επιβάρυνε πολλές οικογένειες και ως επακόλουθο αυτές οι οικονομικές δυσκολίες αύξησαν τη δυσαρέσκεια μεταξύ των ζευγαριών. Οι περιορισμοί και τα οικονομικά προβλήματα μείωσαν τη διεξαγωγή γάμων και δημιουργία νέων δεσμών. Επιπλέον το κλείσιμο σχολίων, η τηλεργασία και οι πολιτικές παραμονής στο σπίτι ανάγκασαν τα μέλη της οικογένειας, παιδιά και γονείς, να περιορίζονται για ώρες στο ίδιο χώρο με αποτέλεσμα η συνεχής αλληλεπίδρασή τους να προκαλεί οικογενειακά προβλήματα. Συνέπειες της μακροπρόθεσμης παραμονής στο σπίτι ήταν αύξηση της ενδοοικογενειακής βίας, μείωση της σωματικής δραστηριότητας και αλλαγή του τρόπου ζωής. Οι αλλαγές αυτές στην καθημερινή ζωή των μελών της οικογένειας απειλούσαν τις σχέσεις μεταξύ τους.
- **Νομοθεσία:** Η μακράς διάρκειας επιβολή περιορισμών και κανόνων από την κυβέρνηση είχε ως αποτέλεσμα τη δυσαρέσκεια πολλών πολιτών. Με τον καιρό παρατηρήθηκε αυξανόμενη αντίδραση στα μέτρα που επέβαλε η κυβέρνηση, συγκρούσεις με τα όργανα της τάξης και περιφρόνηση του νόμου.
- **Σεξουαλική δραστηριότητα:** Το αυξημένο άγχος, η συνεχής πληροφορία για την ασθένεια, ο φόβος και η ανησυχία, είχαν επηρεάσει τη συναισθηματική ψυχολογία των ανθρώπων. Επιπρόσθετα με τον περιορισμό της ελευθερίας αυτοί οι παράγοντες ήταν ικανοί να περιορίσουν τη σωματική επαφή και να μειώσουν τη σεξουαλική συναναστροφή μεταξύ των ανθρώπων. Άλλος σημαντικός παράγοντας που αποθάρρυνε τα ζευγάρια να έρθουν σε επαφή ήταν ο φόβος μόλυνσης.

- Μέσα μεταφοράς: Τα μέτρα των κυβερνήσεων περιόρισαν τις δημόσιες συγκοινωνίες, τα ΜΜΜ και τα διεθνή ταξίδια. Αυτή η αλλαγή στον τρόπο μεταφοράς έτεινε να αυξήσει σημαντικά την κυκλοφοριακή συμφόρηση στις οδούς κυρίως των μεγαλουπόλεων. Επιπλέον πανδημία δημιούργησε σημαντικό πρόβλημα σε πρακτορεία μεταφοράς λόγω της απότομης πτώσης της ζήτησης.
- Ειδήσεις και Παραπληροφόρηση: Η κατάσταση που επικράτησε κατά την πανδημία είχε ως αποτέλεσμα την αναταραχή της διάδοση πληροφοριών σχετικά με τον νέο ιό. Πολλές φορές υπήρξε παραπληροφόρηση και εξαπάτηση από διάφορα διαδικτυακά και μη μέσα πληροφοριών και ειδήσεων. Συχνό φαινόμενο ήταν η σύγχυση πληροφοριών για την επικινδυνότητα και τις συνέπιες του Covid19 από πολλές πηγές πληροφόρησης. Το αποτέλεσμα ήταν αύξηση ανησυχίας για τους ανθρώπους και η καχυποψία για την αξιοπιστία ακόμη και έγκυρων επίσημων πηγών.  
(P.Hosseinzadeh, et al, 2022)

### ***Αντίκτυπος στον Τομέα των Τροφίμων***

Πανδημία επηρέασε τον τομέα των τροφίμων από την παραγωγή μέχρι την κατανάλωση και τις διατροφικές συνήθειες των ανθρώπων. Ο πρωτογενής τομέας αντιμετώπισε προβλήματα λόγω έλλειψης προσωπικού. Επιπλέον, κλείσιμο εστίασης, έλεγχοι συνόρων και προβλήματα μεταφοράς δημιούργησαν μείωση, ζήτησης, εξαγωγών και παραγωγής, λόγω εξάρτησης από εργάτες μετανάστες. Το άνοιχο κλείσιμο εστίασης και οι περιορισμοί χωρητικότητας άλλαξαν τις τροφικές συνήθειες. Το 2020 παρατηρήθηκε μεγάλη αύξηση στη διαδικασία παράδοσης τροφίμων στα νοικοκυριά, σε Ισπανία, Ιταλία και Πορτογαλία κατά 15%, 19% και 20% αντίστοιχα. Οι διαδικτυακές παραγγελίες λιανεμπορίου «ήρθαν για να μείνουν» και έγιναν συνήθεια από τους καταναλωτές. Παραγωγοί και καταναλωτές έδωσαν περισσότερη προσοχή στην υγιεινή τροφίμων κατά την πανδημία, για την αποφυγή μόλυνσης από τον ιό. (E.Domingo, L.Rodríguez, 2022)

### ***Δυσανάλογες Επιπτώσεις στις Κοινωνικές Ομάδες***

Η έξαρση της πανδημίας του Covid19 επηρέασε διαφορετικά και δυσανάλογα τις διάφορες πληθυσμιακές/κοινωνικές ομάδες.

- Οι ηλικιωμένοι αποτέλεσαν μια εξαιρετικά ευάλωτη κοινωνική ομάδα απέναντι στον κίνδυνο του ιού. Η μόλυνσή τους από τον ιό ήταν ικανή να θέσει την υγεία τους σε σοβαρή κατάσταση σε σχέση με τις υπόλοιπες ηλικιακές ομάδες. Ειδικά σε περιπτώσεις συννοσηρότητας με χρόνιες παθήσεις. Τα περιοριστικά μέτρα απομόνωσης, για την αντιμετώπιση της πανδημίας, αποτέλεσαν ένα επιπλέον εμπόδιο στην ψυχολογία των ηλικιωμένων. Η αυξημένη κοινωνική απομόνωση σε μια περίοδο όπου οι ηλικιωμένοι χρειάζονται υποστήριξη, καθώς η αυτοεξυπηρέτησή τους σε πολλές περιπτώσεις είναι δύσκολη, χειροτέρευσε την καθημερινότητά τους. Η αναταραχή που προκάλεσε η πανδημία στα συστήματα

υγείες, ήταν ικανή να επιδεινώσει αρνητικά στερεότυπα για τους ηλικιωμένους. Παρόλο που το διεθνές δίκαιο ανθρώπινων δικαιωμάτων υποχρεώνει σε ίση διαχείριση στην παροχή ιατρικής περίθαλψης. Η αλληλεγγύη του λαού ήταν καίριας σημασίας σε αυτή την περίοδο, ώστε να μην γίνονται διακρίσεις και αναπτύσσονται αρνητικά στερεότυπα ότι οι ηλικιωμένοι επιβαρύνουν τα συστήματα υγείας.

- Παρόμοιες δυσκολίες με τους ηλικιωμένους αντιμετώπισαν και τα άτομα με ειδικές ανάγκες κατά τη διάρκεια της πανδημίας. Συγκεκριμένα αντιμετώπισαν προβλήματα στην άμεση πρόσβαση στα συστήματα υγείας, λόγω έλλειψης προδιαγραφών προσβασιμότητας για ΑΜΕΑ. Επιπλέον η προ υπάρχουσα συνθήκη υγείας για τέτοια άτομα καθιστά σε κίνδυνο την υγείας τους ώστε να αναπτύξουν σοβαρή ασθένεια. Ζητήματα αυτοσυντήρησης, προσωπικής υγιεινής και η περιορισμένη προσβασιμότητα σε αγαθά και υπηρεσίες είναι δύσκολες περιπτώσεις λόγω σωματικής αναπηρίας
- Μεγάλο βάρος και ευθύνη έπεσε στους νέους ιδιαίτερα τα δύο πρώτα έτη της πανδημίας. Οι κυβερνήσεις μέσω εκστρατειών τόνισαν πως η συμπεριφορά της νεολαίας ήταν ζωτικής σημασίας για τον περιορισμό του ιού και την προστασία του συνολικού πληθυσμού. Όσο αναφορά την απασχόληση οι νέοι συχνά εργάζονται στην άτυπη οικονομία και σε τομείς υπηρεσιών της οικονομίας που επηρεάστηκαν άμεσα από τον Covid19. Η διαταραχή στην εκπαίδευση, με τα μέτρα κλεισίματος, μπορούσε να έχει μεσοπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες συνέπιες στην ποιότητα της εκπαίδευσής τους. Τέλος τα μέτρα περιορισμού, αναστολής αθλητικών/ψυχαγωγικών δραστηριοτήτων και απαγόρευση συγκεντρώσεων έπαιξαν καθοριστικό ρόλο στην ανάγκη κοινωνικοποίησης των νέων και στην ψυχολογία τους.  
(unitednations.org)

### ***Επιπτώσεις στον Εργασιακό Τομέα***

Τα αποτελέσματα της καταπολέμησης των κοινωνικοοικονομικών επιπτώσεων της κρίσης της πανδημίας, είχαν άμεσο αντίκτυπο πρώτον στην εργασιακή απασχόληση και δεύτερον στην οικονομική δυσχέρεια και τον κοινωνικό αποκλεισμό.

- Εργασιακή απασχόληση: Ο στρατηγικός στόχος της ΕΕ του 2020, για την προώθηση της εργασιακής απασχόλησης επιδίωκε να πετύχει ποσοστά απασχόλησης περίπου 75%, για τα άτομα 20-64 ετών. Συγκεκριμένα η ΕΕ θέσπισε όρους ατζέντας, έτσι τα κράτη μέλη κλήθηκαν να χρησιμοποιήσουν ευρωπαϊκούς πόρους για να πετύχουν τους στόχους απασχόλησης και συνθηκών εργασίας. Οι χώρες είχαν σημειώσει βελτίωση στα ποσοστά εργασιακής απασχόλησης μετά το 2014 και τα χρόνια της οικονομικής κρίσης. Όμως στοιχεία της Eurostat αποδεικνύουν ότι καμία από τις βασικές χώρες της νότιας Ευρώπης δεν πέτυχε τους στόχους για το 2020. Η Ελλάδα απείχε κατά 8.9%, η Ισπανία κατά 8.3%, η Ιταλία κατά 4.4% ενώ η Πορτογαλία ήταν κοντά στον στόχο με διαφορά 0.3%. Ενώ το



2018 οι συγκεκριμένες χώρες είχαν δείξει σημαντική πρόοδο με ποσοστά πάνω από τον μέσο όρο της ΕΕ, η εμφάνιση της πανδημίας σαν μία δεύτερη κρίση έριξε πάλι τα ποσοστά. Αν και τα ποσοστά μειώθηκαν κατά την πανδημία οι κυβερνήσεις προσπάθησαν να αντισταθμίσουν την κατάσταση με μέτρα υποστήριξης. Εταιρείες και υπηρεσίες απαιτήθηκαν να υιοθετήσουν μεθόδους τηλεργασίας. Τα ποσοστά τηλεργασίας από το 2019 στο 2020 τριπλασιάστηκαν σε Ελλάδα, Ιταλία και διπλασιάστηκαν σε Πορτογαλία και Ισπανία.

- Καταπολέμηση της φτώχειας: Όσον αναφορά την καταπολέμηση της φτώχειας υπήρξε παρόμοια στρατηγική της ΕΕ, για το 2020. Στόχευε στη μείωση κάτω του 25% του ποσοστού των ανθρώπων που ζούσε κάτω από το όριο της φτώχειας. Ο δείκτης «φτώχειας και κοινωνικού αποκλεισμού» που θεσπίζεται από την Eurostat, συνδυάζει παράγοντες οικονομικής και υλικής στέρησης, και συνθήκες διαβίωσης σε νοικοκυριά. Στοιχεία υποδεικνύουν ότι μόνο η Πορτογαλία, από τις τέσσερις χώρες του νότου, ξεπέρασε το στόχο το 2019 από το 2010, με βάση το δείκτη. Έπειτα η εμφάνιση της πανδημίας στάθηκε εμπόδιο στη μείωση των ποσοστών και την καταπολέμηση της φτώχειας. (Casquilho-Martins, Belchior-Rocha, 2022)

### ***Επιπτώσεις στην Εξέλιξη του ΑΕΠ***

Αναμενόμενα η υγειονομική κρίση και τα μέτρα περιορισμού ,όπως τα lockdown, την περίοδο που τηρήθηκαν επηρέασαν τις οικονομίες της νότιας Ευρώπης, με το ΑΕΠ των χωρών να μειώνεται σημαντικά. Η νότια Ευρώπη και η οικονομία της πλήγηκε περισσότερο από την υπόλοιπη Ευρώπη, ειδικά στο πρώτο κύμα του Covid-19, για παράδειγμα η απότομη πτώση του τουρισμού περιόρισε την αγορά εργασίας.

Ιδιαίτερα κατά το πρώτο κύμα του Covid-19 στις χώρες της νότιας Ευρώπης τα μέτρα περιορισμού που εφαρμόστηκαν επηρέασαν τις οικονομίες και την αγορά εργασίας περισσότερο από άλλες χώρες. Χαρακτηριστική περίπτωση είναι η Ισπανία όπου το ΑΕΠ κατά το πρώτο εξάμηνο υπέστη μείωση κατά 23%. Αντίστοιχα σε Ιταλία, Πορτογαλία και Ελλάδα υπήρξε μείωση κατά 18.5%, 18% και 14.7%.

Επιπλέον τα έθνη της νότιας Ευρώπης απέκτησαν τα σημαντικότερα προβλήματα στην εργασιακή απασχόληση. Η συνολική απασχόληση σε Ισπανία μειώθηκε σημαντικά κατά 6.8%, ενώ ακολούθησαν Ιταλία, Πορτογαλία και Ελλάδα με μειώσεις 3.9%, 3.8% και 3.3% αντίστοιχα. Παρόλο τη σημαντική χρηματοδότηση της ΕΕ στα κράτη της νότιας Ευρώπης, το δημόσιο χρέος που διογκώθηκε λόγω της πανδημίας εμπόδισε την ανάκαμψη των οικονομιών. Παράλληλα η παροχή μέτρων οικονομικής υποστήριξης αντί επενδύσεων, επιδείνωσε τις διαφορές των νότιων με των βόρειων οικονομιών της Ευρώπης. (A.Moreira, et al, 2020)

Η Ευρωπαϊκή Ένωση αντιμετώπισε τη μεγαλύτερη οικονομική ύφεση από τον παγκόσμιο πόλεμο. Το 2020 πέντε κράτη της ΕΕ καταγράψαν πτώση του ΑΕΠ σε σχέση με το 2019 πάνω από 8%, όπου τα τέσσερα από αυτά ήταν η Ελλάδα (-9.7%), η Ιταλία (-9.5%), η Ισπανία (-9.4%) και η Κροατία (-9.1%). Η ανάκαμψη του ΑΕΠ το 2021 ιδίως σε

Ελλάδα, Ιταλία και Ισπανία είναι ανεπαρκής για να αντισταθμίσει τη μεγαλύτερη απώλεια παραγωγής τους. Με αποτέλεσμα σε αυτές τις τρεις χώρες, η παραγωγή τους το 2021 θα είναι περίπου 3% χαμηλότερη σε σχέση με το 2019. Η Πορτογαλία αποτέλεσε η εξαίρεση στις νότιες χώρες, όπου μαζί με την αναμενόμενη ανάκαμψη βίωσε μέτρια πτώση της παραγωγής (-1.4%), το 2021. Οι μεταβολές στο ΑΕΠ παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.1.

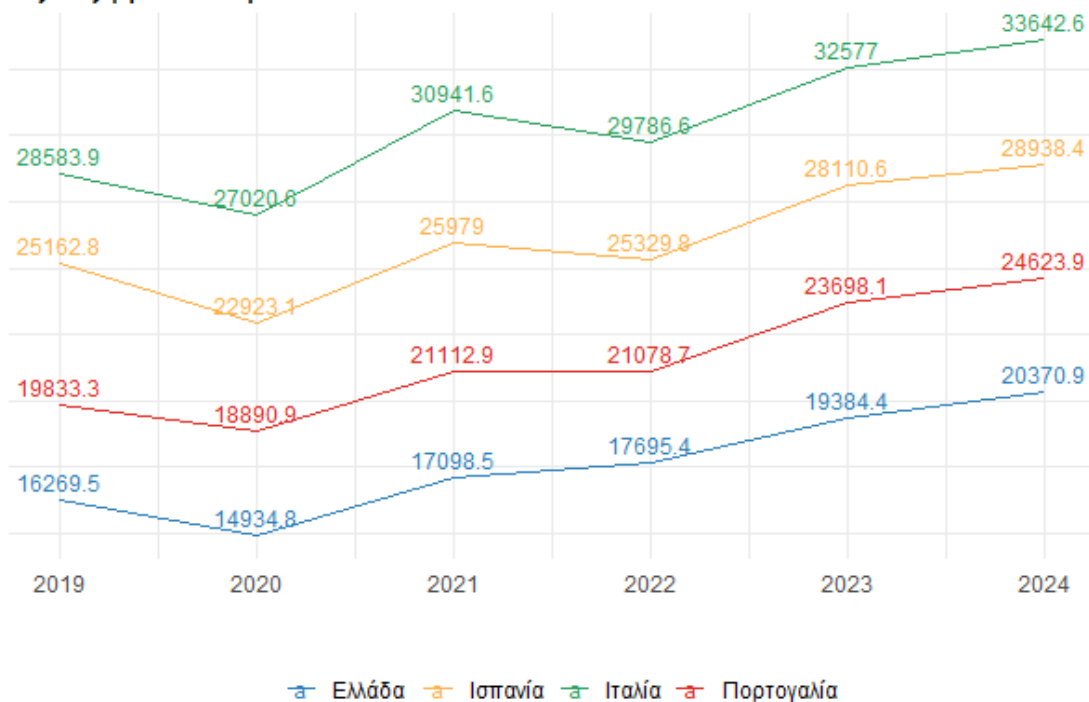
Παρατηρήθηκαν λοιπόν ασυμμετρίες στις οικονομικές επιπτώσεις της πανδημίας. Οι ειδικοί παράγοντες, οι οποίοι δεν υπήρξαν οι ίδιοι για όλα τα κράτη, εξηγούν αυτές τις διαφορές και είναι οι εξής:

- Η διάρκεια και η ένταση της πανδημίας και η αυστηρότητα των περιοριστικών μέτρων που συνέβαλαν στη δραματική πτώση του ΑΕΠ.
- Η οικονομική δομή της χώρας και η εξάρτηση της από το εξωτερικό περιβάλλον. Οι ανοιχτές οικονομίες με διεθνή έκθεση όπως ο τουρισμός και τα ταξίδια, ήταν ιδιαίτερα ευάλωτες στην κρίση της πανδημίας.
- Η οικονομική αντίδραση των κυβερνήσεων, για την καταπολέμηση του ιού και τον περιορισμό μολύνσεων, την οικονομική υποστήριξη στους πολίτες, την οικονομική υποστήριξη για ανάκαμψη.
- Η οικονομική κατάσταση των κρατών προτού εισέλθουν στην πανδημία. Για παράδειγμα η Ισπανία και η Ελλάδα μπήκαν στην κρίση με ήδη υψηλά ποσοστά ανεργίας περίπου 19%, ενισχύοντας το οικονομικό σοκ.  
(E.Valle, 2020)

Πίνακας 4.1 Μεταβολές στο ΑΕΠ κατά τα δύο πρώτα έτη της πανδημίας (πηγή *agendapublica.es*)

	GDP change			Public deficit			Output level: 2021 vs. 2019.
	2019	2020	2021	2019	2020	2021	
<b>Italy</b>	0,3	-9,5	6,5	-1,6	-11,1	-5,6	-3,6
<b>Spain</b>	2,0	-9,4	7,0	-2,8	-10,1	-6,7	-3,1
<b>Finland</b>	1,0	-6,3	3,7	-1,1	-7,4	-3,4	-2,8
<b>Greece</b>	1,9	-9,7	7,9	1,5	-6,4	-2,1	-2,6
<b>Croatia</b>	2,9	-9,1	7,5	0,4	-7,1	-2,2	-2,3
<b>EU</b>	1,5	-7,4	6,1	-0,6	-8,3	-3,6	-1,8
<b>France</b>	1,3	-8,2	7,4	-3,0	-9,9	-4,0	-1,4
<b>Portugal</b>	2,2	-6,8	5,8	0,2	-6,5	-1,8	-1,4

### Εξέλιξη μέσου όρου ΑΕΠ ανά Κάτοικο



Σχήμα 4.22: Η εξέλιξη του μέσου όρου στο Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν ανά κάτοικο κατά την πανδημία για την Ελλάδα, την Ισπανία, την Ιταλία και την Πορτογαλία. (Τα δεδομένα προέρχονται από την ιστοσελίδα imf.org)

Στο Σχήμα 4.22 παρατηρείται ότι η εμφάνιση της πανδημίας μείωσε σημαντικά το ΑΕΠ ανά κάτοικο το 2020. Η απότομη πτώση του ΑΕΠ ανά κάτοικο, στο πρώτο έτος της πανδημίας, δημιούργησε σημαντικές επιπτώσεις στην ποιότητα ζωής και στις συνθήκες διαβίωσης των πολιτών, όπως αναλύθηκε σε αυτήν την ενότητα. Έπειτα τα επόμενα έτη υπήρξε ξεχωριστή αύξηση για καθεμιά από τις χώρες.

## Κεφάλαιο 5

### Παρουσίαση των Μαθηματικών Μοντέλων SIR & SEIR

Σε αυτό το κεφάλαιο πραγματοποιείται θεωρητική ανάλυση των επιδημιολογικών μαθηματικών μοντέλων SIR (Susceptible Inflected Recovered) και SEIR (Susceptible Exposed Infected Recovered). Τα μοντέλα αυτά χρησιμοποιούνται από τους επιδημιολόγους για να προσομοιώσουν την εξάπλωση μιας επιδημίας σε ένα πληθυσμό, με σκοπό την πρόβλεψη της εξέλιξής της στο μέλλον. Η πρόβλεψη ωφελεί στην εκτίμηση της επικινδυνότητας της ασθένειας και στο σχεδιασμό της δημόσιας υγείας για την αντιμετώπισή της.

#### 5.1 Μαθηματικό Μοντέλο SIR

Το ενδιαφέρον για την μαθηματική μοντελοποίηση άρχισε να αναπτύσσεται κατά τον 17<sup>ο</sup> αιώνα, από τον Daniel Bernoulli, ο οποίος ήταν από τους πρωτοπόρους που χρησιμοποίησαν μαθηματικές μεθόδους για να μελετήσουν επιδημίες. Μερικά από τα επόμενα μεγάλα βήματα στην επιδημιολογία προήλθαν από του γιατρού R.Ross, W.Hammer και έπειτα από τον επιδημιολόγο McKendrick.

Ο McKendrick μαζί με τον Kermack ανέπτυξαν και δημοσίευσαν το μαθηματικό μοντέλο SIR (Susceptible Inflected Recovered) το 1927, για την μελέτη της εξέλιξης πανδημιών. Το συγκεκριμένο μοντέλο αποτέλεσε μια από της σημαντικότερες συνεισφορές στον τομέα της επιδημιολογίας. (D.Prodanov, 2022)

Το κλασικό ντετερμινιστικό μοντέλο SIR αποτελείται από ένα σύστημα τριών διαφορικών εξισώσεων (ODEs) οι οποίες περιγράφουν την εξέλιξη τριών διαφορετικών πληθυσμών με την πάροδο του χρόνου. Οι τρεις βασικές πληθυσμιακές ομάδες του μοντέλου, που προέρχονται από τον σταθερό συνολικό πληθυσμό  $N$ , είναι οι εξής:

- $S(t)$  (Susceptible): Το άτομα του πληθυσμού τα οποία είναι ευάλωτα και απειλούνται να μολυνθούν εάν εκτεθούν στον ιό. Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει τον πληθυσμό που δεν έχει αποκτήσει ανοσία είτε μέσω μόλυνσης και ανάρρωσης είτε από εμβολιασμό.
- $I(t)$  (Infectives): Άτομα τα οποία είναι μολυσμένα από τον ιό και μπορούν να τον μεταδώσουν στην ευάλωτη ομάδα  $S$ . Ένα μολυσμένο άτομα μπορεί εκ νέου να μολυνθεί στο μέλλον από τον ιό είτε να αναρρώσει είτε να πεθάνει.
- $R(t)$  (Removed): Άτομα που έχουν αναρρώσει και έχουν αναπτύξει ανοσία στον ιό ή έχουν πεθάνει.

(I.Coopre, et al, 2020)

Οι ρυθμοί μεταβολής από αυτούς τους τρεις πληθυσμούς διέπονται από το ακόλουθο σύστημα διαφορικών εξισώσεων:

$$\frac{dS(t)}{dt} = -\beta S(t)I(t) \quad (5.1)$$

$$\frac{dI(t)}{dt} = \beta S(t)I(t) - \gamma I(t) \quad (5.2)$$

$$\frac{dR(t)}{dt} = \gamma I(t) \quad (5.3)$$

Όπου  $\beta$ ,  $\gamma$  θετικές πραγματικές σταθερές, οι οποίες ορίζουν το ρυθμό ανάπτυξης (μετάδοση της ασθένειας) και εξασθένισης (ανάρρωση από την ασθένεια) του πληθυσμού  $I$  αντίστοιχα.

Η προσεγγιστική τιμή της παραμέτρου  $\gamma$  υπολογίζεται ως:

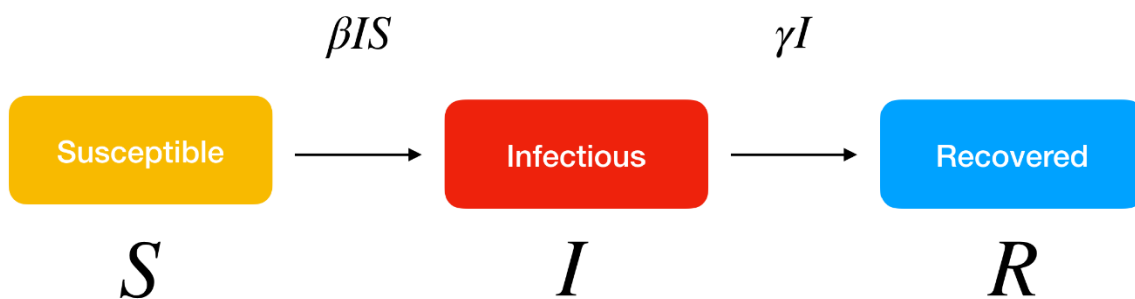
$$\gamma = \frac{1}{\text{Μέσος χρόνος ανάκαμψης}}$$

δηλαδή 1 προς τις ημέρες που διαρκεί η ασθένεια στον οργανισμό.

Ενώ η προσεγγιστική τιμή της  $\beta$  παραμέτρου ως:

$$\beta = \frac{\text{Νέα Κρούσματα}}{S * I}$$

Η εξίσωση (5.2) εκφράζει την εξέλιξη του μολυσμένου πληθυσμού. Το πρώτο μέρος  $\beta S(t)I(t)$  περιγράφει το ρυθμό με τον οποίο τα ευπαθή άτομα μολύνονται, οποίος είναι ανάλογος του αριθμού ευπαθών  $S$ , των μολυσμένων  $I$  και του ρυθμού μετάδοσης  $\beta$ . Ενώ το δεύτερο μέρος  $-\gamma I(t)$  το ρυθμό με τον οποίο το μολυσμένα άτομα αναρρώνουν και μεταβαίνουν στην κατηγορία  $R(t)$ . Η μετάβαση των ατόμων από την μία πληθυσμιακή ομάδα στην άλλη, στο μοντέλο που περιγράφεται, γίνεται μονοδρομικά, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.1.



Σχήμα 5.1: Αναπαράσταση του επιδημιολογικού μοντέλου SEIR. (www.mdpi.com)

Οι αρχικές τιμές  $S(0) = S_0$ ,  $I(0) = I_0$  και  $R(0) = R_0$  καθορίζουν την αρχική κατάσταση του πληθυσμού όσον αναφορά την ευπάθεια, τη μόλυνση και την ανάρρωση. Αθροίζοντας το σύστημα εξισώσεων προκύπτει μηδενικό αποτέλεσμα, που σημαίνει ότι το μέγεθος του συνολικού πληθυσμού είναι σταθερό. Ισχύει  $S_0 + I_0 + R_0 = N$  και επειδή στο μοντέλο ο συνολικός πληθυσμός δεν μεταβάλλεται καθ' όλη τη διάρκεια, το άθροισμα το πληθυσμών παραμένει σταθερό  $S_t + I_t + R_t = N$ . Στην αρχή της επιδημίας θεωρείται ότι δεν υπάρχουν άτομα τα οποία έχουν αναρρώσει, οπότε  $R_0 = 0$ .

Ο ρυθμός των ευπαθών ατόμων φθίνει πάντοτε κατά τη διάρκεια της πανδημίας, δηλαδή  $\frac{dS(t)}{dt} < 0$ , για οποιοδήποτε  $t$ . Αντιθέτως ο ρυθμός με το οποίο μεταβάλλεται ο πληθυσμός των μολυσμένων παραμένει θετικός μέχρι να φτάσει μια μέγιστη τιμή τη χρονική στιγμή  $t_0$  και έπειτα από αυτή τη στιγμή αποκτά αρνητικό πρόσημο. Συγκεκριμένα η επιδημία εξαπλώνεται όταν  $\frac{dI(t)}{dt} > 0$  (εξίσωση 5.2), δηλαδή  $s(t) > \frac{\gamma}{\beta}$ , δηλαδή κατά τη διάρκεια όπου η τιμή του αριθμού των ευπαθών είναι μεγαλύτερος από το λόγο του ρυθμού μετάδοσης προς το ρυθμό ανάρρωσης. Αντιθέτως η ασθένεια σε εξελίσσεται σε επιδημία και εξασθενεί όταν  $s(t) > \frac{\gamma}{\beta}$ , έπειτα από τη λήψη της μέγιστης τιμής. (Σ. Κομηνέας, Ε. Χαρμανδάρης, 2015)

Ο βασικός ρυθμός αναπαραγωγής (basic reproduction number) της ασθένειας ορίζεται ως

$$R_0 = \frac{\beta}{\gamma} N$$

Ο αριθμός  $R_0$  συμβολίζει τις μολύνσεις που προκαλεί ένας μολυσμένος όταν εισαχθεί στο ευπαθή πληθυσμό. Η εξίσωση (5.2) γράφεται ως:

$$\frac{dI(t)}{dt} = \beta \left( S(t) - \frac{\gamma}{\beta} \right) I(t)$$

Επειδή η  $S(t)$  είναι φθίνουσα συνάρτηση αν  $S_0 < \frac{\gamma}{\beta}$  συνεπάγεται ότι

$$S(t) < \frac{\gamma}{\beta}, \text{ άρα } \frac{dI(t)}{dt} < 0$$

που σημαίνει ότι η επιδημία εξασθενεί. Λαμβάνοντας υπόψιν ότι  $S_0 + I_0 = N$  και υποθέτοντας ότι  $S_0 < \frac{\gamma}{\beta}$  προκύπτει,

$$I_0 > \frac{\gamma}{\beta} (R_0 - 1)$$

ενώ αν υποθέσουμε ότι  $S_0 > \frac{\gamma}{\beta}$  προκύπτει,

$$I_0 > \frac{\gamma}{\beta} (R_0 - 1)$$

Το συμπέρασμα είναι πως ο βασικός ρυθμός αναπαραγωγής  $R_0 = \frac{\beta}{\gamma} N$  καθορίζει εάν υπάρχει ξέσπασμα της επιδημίας ή εξασθένησή της. (Μ. Πλεξουσάκης, 2021)

Η εξέλιξη της επιδημίας εξαρτάται από το ρυθμό αναπαραγωγής της ασθένειας. Εάν  $R > 1$ , τότε ο πληθυσμός των μολυσμένων αυξάνεται μονότονα, ενώ αν  $R < 1$  μειώνεται.

Το μοντέλο βασίζεται σε ορισμένες παραδοχές που μπορεί να μην ανταποκρίνονται πάντα στην πραγματικότητα. Μια από τις κύριες παραδοχές είναι η ομοιογενής ανάμειξη των μολυσμένων και των ευπαθών πληθυσμών καθώς και η σταθερότητα του συνολικού πληθυσμού με την πάροδο του χρόνου.

Οι πληροφορίες και τα αποτελέσματα που παρέχουν επιδημιολογικά μοντέλα, όπως και το SIR, είναι ζωτικής σημασίας για την κατανόηση, πρόβλεψη και διαχείριση των πανδημιών. Οι προβλεπόμενες πληροφορίες είναι αναγκαίες για την ανάδειξη της σοβαρότητας της επιδημίας και για τη σχεδίαση στρατηγικών αντιμετώπισης και πολιτικών ελέγχου. Το μοντέλο προβλέπει τον αριθμό των μολύνσεων και των θανάτων που μπορεί να προκύψουν στο μέλλον και να παρέχει εκτίμηση της χρονικής διάρκειας του ιού σε μία κοινότητα. Οι προβλέψεις του SIR πρόσφεραν χρήσιμες πληροφορίες στις κυβερνήσεις για τον έλεγχο της εξάπλωσης του ιού Covid19. (I. Cooper, et al, 2020)

## 5.2 Μαθηματικό Μοντέλο SEIR

Το μοντέλο SEIR (Susceptible Exposed Infected Recovered) αποτελεί μία επέκταση του SIR, με μια επιπλέον πληθυσμιακή ομάδα. Συγκεκριμένα το SEIR εφαρμόζεται στις πληθυσμιακές ομάδες των ευπαθών, μολυσμένων, εξαιρεμένων και την επιπλέον ομάδα των εκτεθειμένων. Η βασική διαφορά με το μοντέλο SIR είναι ότι το SEIR λαμβάνει υπόψιν την κατηγορία των εκτεθειμένων, δηλαδή τα άτομα τα οποία έχουν προσβληθεί από τον ιό αλλά δεν το μεταδίδουν ακόμη. Το SEIR είναι πιο ρεαλιστικό και πολύπλοκο μοντέλο σε σχέση με το SIR, καθώς υπολογίζει την περίοδο επώασης της ασθένειας. Η επώαση ενός ιού στον οργανισμό από τη στιγμή της μόλυνσης προϋποθέτει κάποια χρονική διάρκεια ώστε να μεταδοθεί σε άλλους οργανισμούς.

Αναλυτικά οι τέσσερις πληθυσμιακές ομάδες που περιλαμβάνει το μοντέλο SEIR και με βάση αυτές στοχεύσει στην πρόβλεψη της εξάπλωσης μιας ασθένειας:

- Ευπαθείς (Susceptible): Αυτή η πληθυσμιακή ομάδα περιλαμβάνει τα άτομα τα οποία είναι ευπαθή στον ιό. Δεν έχουν εκτεθεί ακόμη στην ασθένεια και κινδυνεύουν να μολυνθούν εάν έρθουν σε επαφή με μολυσμένους.
- Εκτεθειμένοι (Exposed): Άτομα που έχουν εκτεθεί στην ασθένεια και έχουν μολυνθεί από αυτή αλλά δεν έχουν αναπτύξει ακόμη συμπτώματα ώστε να τη μεταδώσουν. Σε αυτό το στάδιο ο ιός βρίσκεται σε περίοδο επώασης στον οργανισμό, η οποία χρειάζεται μια χρονική περίοδο.

- Μολυσμένοι (Inflected): Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει τα άτομα που έχουν μολυνθεί από τον ιό και έχουν αναπτύξει τα πρώτα συμπτώματα. Οι μολυσμένοι είναι ικανοί να μεταδώσουν τον ιό και αποτελούν την κύρια πηγή μετάδοσης της ασθένειας στον πληθυσμό.
- Εξαιρούμενοι (Recovered): Τα εξαιρούμενα άτομα έχουν αφαιρεθεί από τα σύστημα είτε επειδή απέκτησαν ανοσία στην ασθένεια είτε πέθαναν από αυτήν. Πλέον δεν μπορούν να μολυνθούν εκ νέου και επακόλουθα να μεταδώσουν ασθένεια.

Οι αντίστοιχοι ρυθμοί μεταβολής των τεσσάρων αυτών πληθυσμών αποτελούνται από ένα σύστημα διαφορικών εξισώσεων και περιγράφουν το επιδημιολογικό μοντέλο SEIR, είναι οι εξής:

$$\frac{dS(t)}{dt} = -\beta \frac{S(t)I(t)}{N} \quad (5.4)$$

$$\frac{dE(t)}{dt} = \beta \frac{S(t)I(t)}{N} - \sigma E(t) \quad (5.5)$$

$$\frac{dI(t)}{dt} = \sigma E(t) - \gamma I(t) \quad (5.6)$$

$$\frac{dR(t)}{dt} = \gamma I(t) \quad (5.7)$$

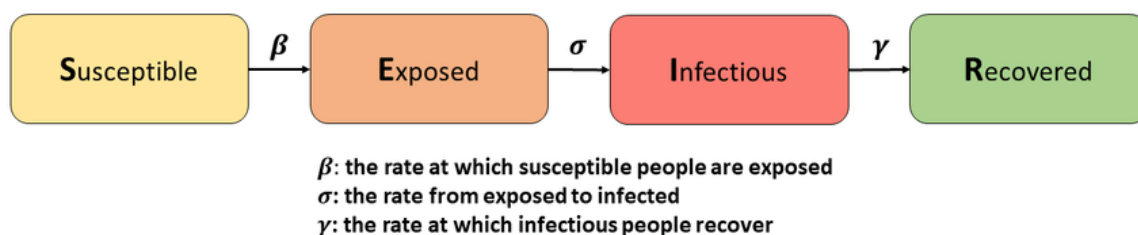
Όπου  $\beta$ ,  $\gamma$  οι ρυθμοί μετάδοσης και ανάρρωσης (ή θανάτου), ενώ η μεταβλητή  $\sigma$  εκφράζει το ρυθμό μετάβασης από την κατηγορία E στην I. Ο συνολικός πληθυσμός στον οποίο μελετάται το μοντέλο είναι ο N και ισχύει  $N = S + E + I + R$ .

Σε αυτό το σύστημα τα ευάλωτα άτομα της κατηγορίας S μετακινούνται στην κατηγορία E των εκτεθειμένων με ρυθμό έκθεσης  $\lambda$ . Ο ρυθμός έκθεσης  $\lambda$  είναι το γινόμενο του ρυθμού μετάδοσης  $\beta$  με την πιθανότητα μόλυνσης  $\frac{I}{N}$ . Σύμφωνα με το ρυθμό έκθεσης  $\lambda$  οι εξισώσεις (5.4), (5.5) μετασχηματίζονται σε

$$\frac{dS}{dt} = -\lambda S \quad \& \quad \frac{dE}{dt} = \lambda S - \sigma E \quad \text{αντίστοιχα.}$$

Με την πάροδο του χρόνου ο πληθυσμός S μειώνεται με ρυθμό  $\lambda \cdot S$ . Τα άτομα του πληθυσμού E μεταβαίνουν στην κατηγορία I με ρυθμό  $\sigma \cdot E$ . Τα μολυσμένα άτομα του πληθυσμού I μεταβαίνουν στην κατηγορία R με ρυθμό  $\gamma \cdot I$ . Αυτό είναι το απλούστερο μοντέλο SEIR (που περιγράφεται από τις εξισώσεις 5.4-5.7) όπου ακολουθεί μονοδρομική αλληλουχία μεταξύ των μεταβάσεων ανάμεσα στους πληθυσμούς, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.1.





Σχήμα 5.1: Αναπαράσταση του επιδημιολογικού μοντέλου SEIR. (www.researchgate.net)

Ωστόσο υπάρχουν και πιο πολύπλοκες μορφές που μπορεί να μελετηθούν. Για παράδειγμα τα άτομα του πληθυσμού E μεταβαίνουν συνήθως στην κατηγορία I, αλλά ενδέχεται να μην αναπτύξουν ποτέ συμπτώματα και να μεταβούν στην κατηγορία S. Τα μολυσμένα άτομα του πληθυσμού I μπορούν να μεταβούν στην κατηγορία R, είτε να μην αναπτύξουν τέλεια ανοσία και να επιστρέψουν στην κατηγορία του ευάλωτου πληθυσμού S.

Επειδή ο πληθυσμός N, στον οποίο εφαρμόζεται το μοντέλο ενδέχεται, να είναι μεγάλος, πολλές φορές πραγματοποιείται αναλογική εφαρμογή των πληθυσμών S, E, I, R σε σχέση με το N. Δηλαδή αν υποθεθεί ότι  $s = \frac{S}{N}$ ,  $e = \frac{E}{N}$ ,  $i = \frac{I}{N}$  και  $r = \frac{R}{N}$  το σύστημα διαφορικών εξισώσεων (5.4)-(5.7) μετατρέπεται σε:

$$\frac{ds}{dt} = -\beta is \quad (5.8)$$

$$\frac{de}{dt} = \beta is - \sigma e \quad (5.9)$$

$$\frac{di}{dt} = \sigma e - \gamma i \quad (5.10)$$

$$\frac{dr}{dt} = \gamma i \quad (5.11)$$

(J.Gopalakrishnan, 2020)

Συμπερασματικά τα δύο επιδημιολογικά μοντέλα που περιεγράφηκαν στο παρόν κεφάλαιο προσφέρουν αδιαμφισβήτητα στην κατανόηση και την αντιμετώπιση πανδημιών. Η προσομοίωση της εξέλιξης της ασθένειας, με βάση την τρέχουσα διαδικασία μετάδοσης, βοηθάει στην κατανόηση της εκτίμησης κινδύνου για τον πληθυσμό. Επιτρέπουν στους ερευνητές, τις αρχές δημόσιας υγείας και στις εκάστοτε κυβερνήσεις να

λαμβάνουν αποφάσεις για την προστασία της κοινότητας. Με τα αναφορικά αποτελέσματα που προσφέρουν τα μοντέλα μπορεί να σχεδιαστεί μια οργανωμένη αντιμετώπιση της πανδημίας. Η οργάνωση αφορά τομείς της υγείας, λειτουργίας της κοινωνίας και οικονομίας. Για παράδειγμα να υπολογισθούν οι αναγκαίοι υγειονομικοί πόροι όπως κρεβάτια νοσηλείας, εξοπλισμός και ιατρικό προσωπικό. Επιπλέον οι προβλέψεις βοηθούν στην εφαρμογή μέτρων ελέγχου και κοινωνικής αποστασιοποίησης, μέτρα οικονομικής ενίσχυσης, επιβολή χρήσης μάσκας και εκτίμηση ανάγκης εμβολιαστικών δράσεων. (T.Lazebnik, 2023)

## Κεφάλαιο 6

### Εφαρμογή των Μαθηματικών Μοντέλων SIR & SEIR

Σε συνέχεια της θεωρητικής αναφοράς των επιδημιολογικών μοντέλων SIR και SEIR του κεφαλαίου 5, σε αυτό το κεφάλαιο πραγματοποιείται η εφαρμογή τους. Συγκεκριμένα γίνεται προσομοίωση των μοντέλων, κατά την αρχική περίοδο της πανδημίας του Covid-19, και παρουσιάζονται οι εκτιμήσεις τους. Επιπλέον συσχετίζονται οι προβλέψεις των τιμών που παράγουν τα δύο μοντέλα σε αντιπαραβολή με τα πραγματικά δεδομένα που καταγράφηκαν κατά την πάροδο της πανδημίας.

#### 6.1 Εφαρμογή του Επιδημιολογικού Μοντέλου SIR

Όπως αναλύθηκε στο Κεφάλαιο 5, το μοντέλο SIR αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο στα χέρια των επιδημιολόγων ώστε να μπορέσουν να προβλέψουν την εξέλιξη μιας νέας επιδημίας σε οποιαδήποτε κοινότητα. Υπενθυμίζεται ότι το μοντέλο διαιρείται σε τρεις πληθυσμούς, αυτούς των ευπαθών  $S$ , των μολυσμένων  $I$  και των εξαιρούμενων  $R$ . Το SIR εκτιμάει την εξέλιξη των τριών πληθυσμών που διέπουν το μοντέλο. Για να πραγματοποιηθεί όμως η πρόβλεψη των πληθυσμών θα πρέπει να έχουν γνωστοποιηθεί οι ρυθμοί μετάδοσης και ανάρρωσης της ασθένειας, δηλαδή οι δύο παράμετροι  $\beta$  και  $\gamma$  που χρησιμοποιεί το μοντέλο. Όμως η εκτίμηση των τιμών των παραμέτρων  $\beta$  και  $\gamma$  προϋποθέτει εξειδικευμένη μελέτη και διαδικασία από τους επιδημιολόγους.

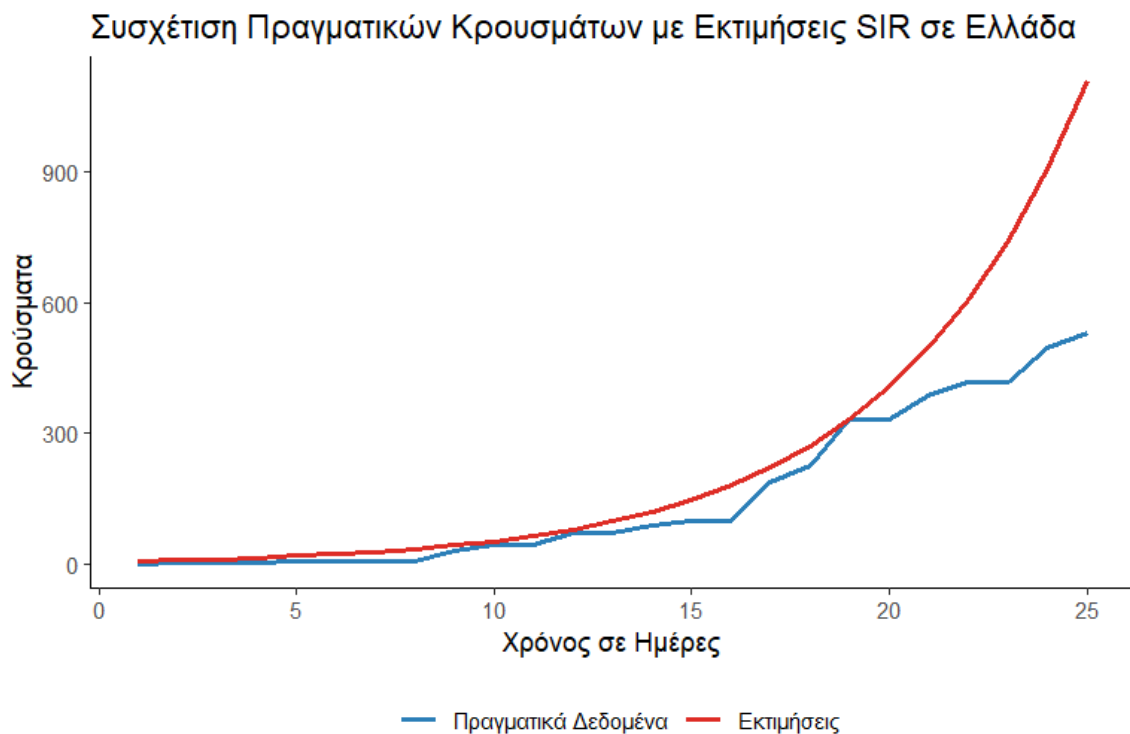
##### 6.1.1 Εφαρμογή και Αξιολόγηση Μοντέλου SIR μέσω Βιβλιοθήκης covid19.analytics της R

Με τη βοήθεια της γλώσσας προγραμματισμού R και των βιβλιοθηκών που περιλαμβάνει, όπως η βιβλιοθήκη covid19.analytics, προσφέρεται η δυνατότητα άντλησης πληροφοριών και εκτιμήσεων των παραμέτρων του SIR για κάθε χώρα κατά περιόδους της πανδημίας. Επιπρόσθετα επιτρέπει στους χρήστες να διερευνούν εκτός από πραγματικά δεδομένα της πανδημίας και εκτιμώμενες τιμές των υποπληθυσμών του μοντέλου SIR σε χρονικά διαστήματα. Όλα τα δεδομένα που αναλύονται και οπτικοποιούνται σε αυτό το κεφάλαιο προέρχονται από τη βιβλιοθήκη covid19.analytics. Παρόμοια με τα υπόλοιπα γραφήματα που παρουσιάζονται στην διπλωματική εργασία, ο αναγνώστης μπορεί να διατρέξει τον κώδικα των γραφημάτων που σχετίζεται με τα επιδημιολογικά μοντέλα του Κεφαλαίου, στην ενότητα 'Κώδικας Σχημάτων'.

Πίνακας 6.1 Εκτίμηση της συνάρτησης generate.SIR.model για τις παραμέτρους  $\beta$  και  $\gamma$

Εκτιμήσεις της συνάρτησης generate.SIR.model για τις παραμέτρους $\beta$ και $\gamma$ κατά το πρώτο κύμα της πανδημίας του Covid19				
	Ιταλία	Ισπανία	Πορτογαλία	Ελλάδα
$\beta$	0.687521	0.6584302	0.6205483	0.6002533
$\gamma$	0.312479	0.3415699	0.3794517	0.3997467

Για παράδειγμα η συνάρτηση generate.SIR.model της προαναφερθούσας βιβλιοθήκης αναφέρει πως στη χώρα της Ελλάδας στις αρχές της πανδημίας του Covid19, οι παράμετροι  $\beta$  και  $\gamma$  είχαν τιμές 0.6002 και 0.3997 αντίστοιχα. Οι παράμετροι  $\beta$ ,  $\gamma$  που καθορίζουν την εξέλιξη των πληθυσμών στο μοντέλο SIR αναφέρονται στον Πίνακα 6.1. Σημαντική πληροφορία που προσφέρει η συνάρτηση είναι η εκτίμηση του πληθυσμού των μολυσμένων, όπως βλέπουμε στα παρακάτω σχήματα.

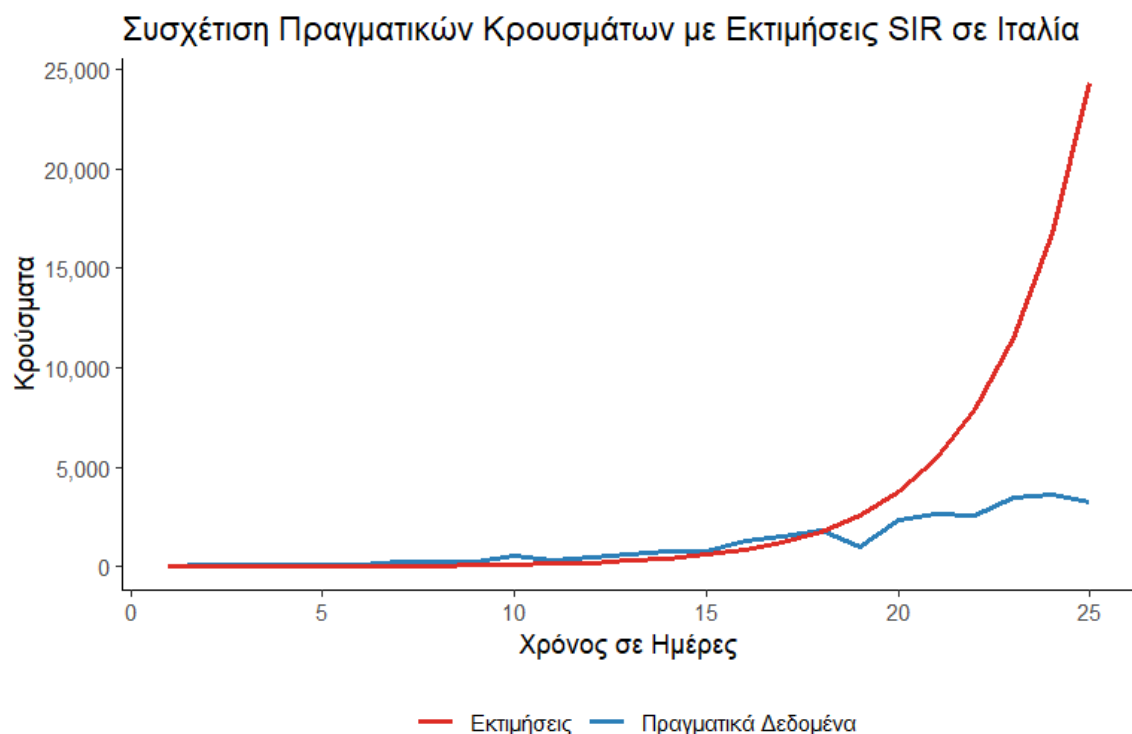


Σχήμα 6.1: Πραγματικά με εκτιμώμενα κρούσματα τις 25 πρώτες ημέρες της πανδημίας στην Ελλάδα.

Στο Σχήμα 6.1 γίνεται μία απεικόνιση των πραγματικών κρούσμάτων που καταγράφηκαν σε αντιπαραβολή με τα εκτιμώμενα κρούσματα που αντλούνται μέσω της συνάρτησης generate.SIR.model, η οποία χρησιμοποιεί το μοντέλο SIR. Η χρονική περίοδος που πραγματοποιείται αυτή η σύγκριση είναι οι πρώτες 25 ημέρες την πανδημίας

στην Ελλάδα. Παρόλο που το πρώτο κρούσμα στην Ελλάδα καταγράφηκε στις 26 Φεβρουαρίου του 2020, η συνάρτηση τις R παρέχει τις εκτιμήσεις από τις 5 Μαρτίου του 2020. Επομένως στο Σχήμα 6.1 το χρονικό διάστημα είναι από τις 5 Μαρτίου έως το τέλος του μήνα, όπου η επιδημία είχε ξεκινήσει να εξελίσσεται.

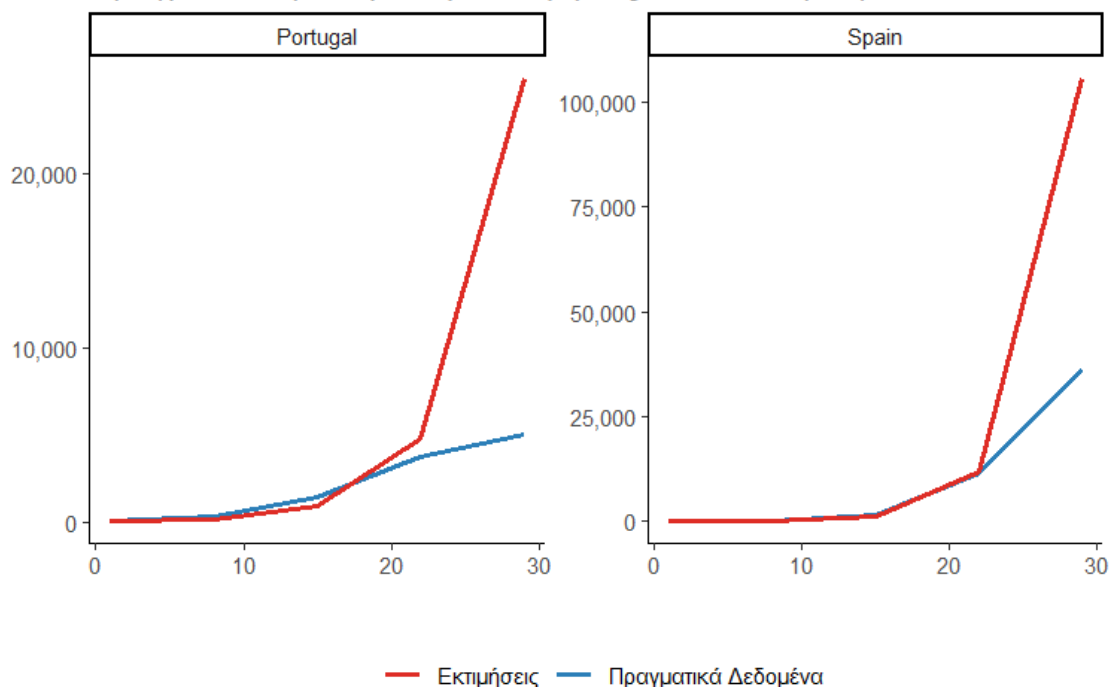
Όπως παρατηρείται στο Σχήμα 6.1 στις πρώτες 20 ημέρες οι καταγραφές μολύνσεων με τις εκτιμώμενες δεν έχουν σημαντικές αποκλίσεις, αντιθέτως η κόκκινη γραμμή συγκλίνει στη μπλε. Άρα οι προβλέψεις του μοντέλου φαίνεται ότι προσεγγίζουν την πραγματικότητα στην περίπτωση της Ελλάδας. Βέβαια αυτή την αρχική περίοδο οι κυβερνήσεις δεν είχαν επιβάλει ακόμη τα περιοριστικά μέτρα, τα οποία προφανώς δεν λαμβάνει υπόψιν το μοντέλο. Τα περιοριστικά μέτρα μπορούν να μειώσουν σημαντικά τον αριθμό των μολύνσεων σε μία χρονική περίοδο, όπως αναλύθηκε στο Κεφάλαιο 4.



Σχήμα 6.2: Πραγματικά με εκτιμώμενα κρούσματα τις 25 πρώτες ημέρες της πανδημίας στην Ιταλία.

Παρόμοια με την προηγούμενη απεικόνιση, στο Σχήμα 6.2 πραγματοποιείται η συσχέτιση των πραγματικών περιστατικών με τις εκτιμήσεις της συνάρτησης generate.SIR.model για την επικράτεια της Ιταλίας. Σε αντίθεση με την Ελλάδα τα πρώτα κρούσματα στην Ιταλία εμφανίστηκαν πιο νωρίς. Η χρονική περίοδος λοιπόν που παριστάνει τις πρώτες 25 μέρες της πανδημίας στο Σχήμα 6.2 ξεκινάει από τις 22 Φεβρουαρίου του 2020. Σύμφωνα με τη συνάρτηση generate.SIR.model οι εκτιμώμενες παράμετροι  $\beta$  και  $\gamma$  στις αρχές της πανδημίας σε Ιταλία είναι 0.6875 και 0.3124 αντίστοιχα.

### Πραγματικά Κρούσματα με Εκτιμήσεις SIR σε Πορτογαλία & Ισπανία



Σχήμα 6.3: Πραγματικά με εκτιμώμενα κρούσματα τις 30 πρώτες ημέρες της πανδημίας σε Πορτογαλία και Ισπανία.

Στο Σχήμα 6.3, όπως παρατηρείται στα προηγούμενα σχήματα στις επικράτειες Ελλάδας και Ιταλίας, κατά τις πρώτες 20 ημέρες φαίνεται ότι οι προβλέψεις μόλυνσεων του μοντέλου SIR συμβαδίζουν με τα νέα καταγεγραμμένα κρούσματα ανά ημέρα. Σε Πορτογαλία το χρονικό διάστημα ξεκινάει από τις 10 Μαρτίου ενώ σε Ισπανία από 28 Φεβρουαρίου. Στην Πορτογαλία οι τιμές των παραμέτρων μετάδοσης και ανάρρωσης είναι 0.6206 και 0.3793. Αντίστοιχα σε Ισπανία η συνάρτηση generate.SIR.model εκτιμάει πως η παράμετρος  $\beta$  ισούται με 0.6584302 ενώ η  $\gamma$  με 0.3415699, κατά την αρχική περίοδο.

#### **Παράγοντες απόκλισης προβλέψεων generate.SIR.model με την πραγματικότητα**

Σε όλα τα παραπάνω διαγράμματα των Σχημάτων 6.1, 6.2 και 6.3 φαίνεται πως οι εκτιμήσεις του μοντέλου είναι πολύ κοντά στην πραγματικότητα. Συμπερασματικά το SIR επιτυγχάνει εξαιρετικά στην πρόβλεψη της εκκίνησης της πανδημίας και της εξέλιξής της τις πρώτες 20 ημέρες. Όμως και στις τέσσερις αυτές χώρες η συσχέτιση αποκλίνει περίπου μετά από την 3<sup>η</sup> εβδομάδα. Συγκεκριμένα φαίνεται ότι μετά από τις πρώτες 20 ημέρες ο αριθμός των εκτιμώμενων κρουσμάτων αυξάνει κατά πολύ περισσότερο σε σχέση με τα πραγματικά κρούσματα. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η απόκλιση αυτή συμβαίνει διότι το μοντέλο δεν συμπεριλαμβάνει σημαντικές παραμέτρους που μπορούν να επηρεάσουν την εξέλιξη των κρουσμάτων.

Οι σημαντικότερους παράγοντες στους οποίους οφείλεται αυτή η απόκλιση είναι οι εξής :

- Τα περιοριστικά μέτρα τα οποία μπορούν να μειώσουν την εξέλιξη των μολύνσεων.
- Η καταγραφή των πραγματικών κρουσμάτων εξαρτάται από τον αριθμό των διαγνωστικών ελέγχων που πραγματοποιήθηκαν. Αυτό σημαίνει ότι η πιθανή πραγματική τιμή των μολύνσεων μπορεί να είναι μεγαλύτερη από την καταγεγραμμένη.
- Η τιμές των παραμέτρων βήτα και γάμα οι οποίες διέπουν το μοντέλο είναι προσεγγιστικές.

Προς αποφυγή παρεξηγήσεων το μοντέλο έχει μόνο προσεγγιστική χρησιμότητα, καθώς είναι απίθανο να ληφθούν υπόψιν όλοι η παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την πραγματικότητα.

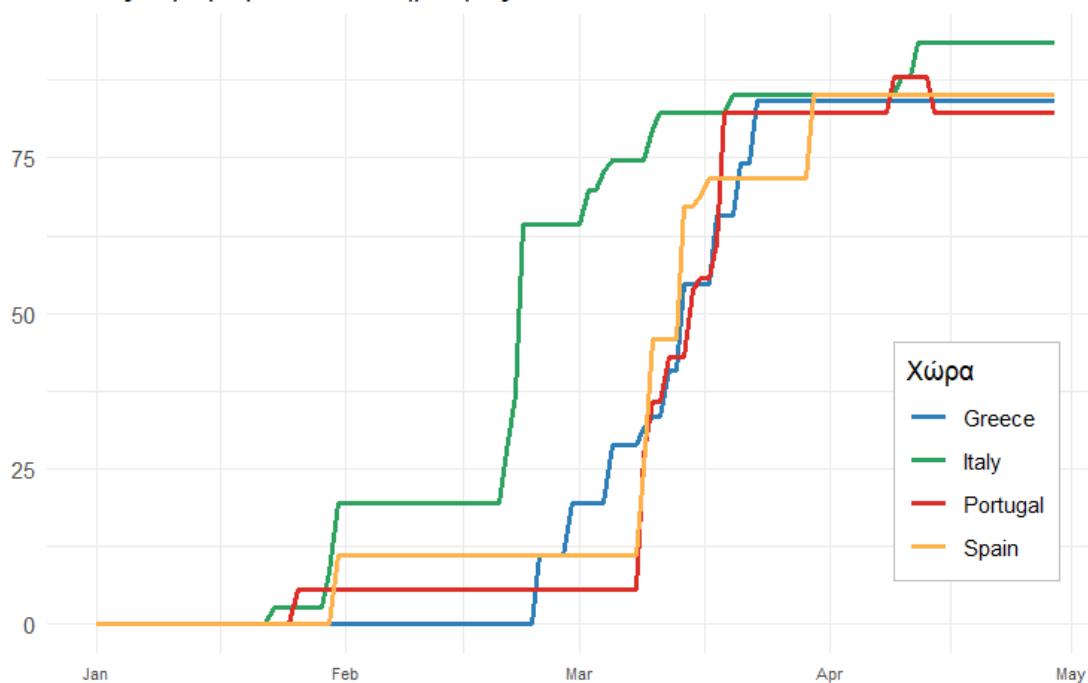
Στην περίπτωση της Ελλάδας, οι κυβερνητικές αρχές, έχοντας και ως αναφορά τη ραγδαία εξέλιξη του Covid19 σε Ιταλία, αποφάσισαν να επιβάλουν τα πρώτα μέτρα, όπως για παράδειγμα να κλείσουν τα σχολεία, προτού αυξηθούν κατά πολύ τα κρούσματα. Έγκαιρα στις 11 Μαρτίου η κυβέρνηση της Ελλάδας επέβαλε καθολικό lockdown. (A.Moreira, et al, 2020)

Το lockdown δηλαδή είχε εφαρμογή από την 6<sup>η</sup> ημέρα, Σχήμα 6.1. Προφανώς το αποτέλεσμα φάνηκε μετά από λίγες ημέρες αφού κράτησαν τις μολύνσεις σε χαμηλότερα νούμερα περίπου μετά την 18<sup>η</sup> ημέρα σε σχέση με τις εκτιμήσεις.

Παρόμοια οι Πορτογαλικές αρχές σήμαναν το καμπανάκι κινδύνου στις 13 Μαρτίου και ανέστειλαν τη λειτουργία της εκπαίδευσης. Μετά από 5 ημέρες κλιμάκωσαν τις στρατηγικές περιορισμού επιβάλλοντας αυστηρότερα μέτρα σε εσωτερικές μετακινήσεις των πολιτών. Στην Ισπανία η κυβέρνηση πήρε τα πρώτα μέτρα στις 9 Μαρτίου με απόφαση να κλείσει τα σχολεία στην περιοχή της Μαδρίτης, ενώ στις 14 Μαρτίου κήρυξε αναπόφευκτα εθνικό lockdown. Η Ιταλία αποτέλεσε το πρώτο σημαντικό «θύμα» της νότιας Ευρώπης από την πανδημία του Covid19 και η χώρα που πλήγηκε περισσότερο από κάθε άλλη, τα υπόλοιπα κράτη έπρεπε να παραδειγματιστούν. Η αρχική στρατηγική αντιμετώπισης που επέλεξε η Ιταλία ήταν περιοριστικά μέτρα στις πληγείσες περιοχές του Βορρά. Ακολούθησε αναστολή της εκπαίδευσης στις 4 Μαρτίου ενώ το lockdown κηρύχθηκε στις 11 Μαρτίου. (A.Moreira, et al, 2020)

Οι 4 χώρες της νότιας Ευρώπης ακολούθησαν έκτακτα μέτρα περιορισμού, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 6.4. Επιβολή περιορισμών σε αεροπορικές πτήσεις, κλείσιμο συνόρων, περιορισμός εσωτερικών μετακινήσεων, αναστολή εκπαίδευσης, απαγόρευση συγκεντρώσεων και εκδηλώσεων ήταν μερικά από αυτά.

Δείκτες Περιορισμού και Αυστηρότητας



Σχήμα 6.4: Αθροιστικοί δείκτες αρχικών μέτρων περιορισμού και αυστηρότητας για κάθε χώρα.

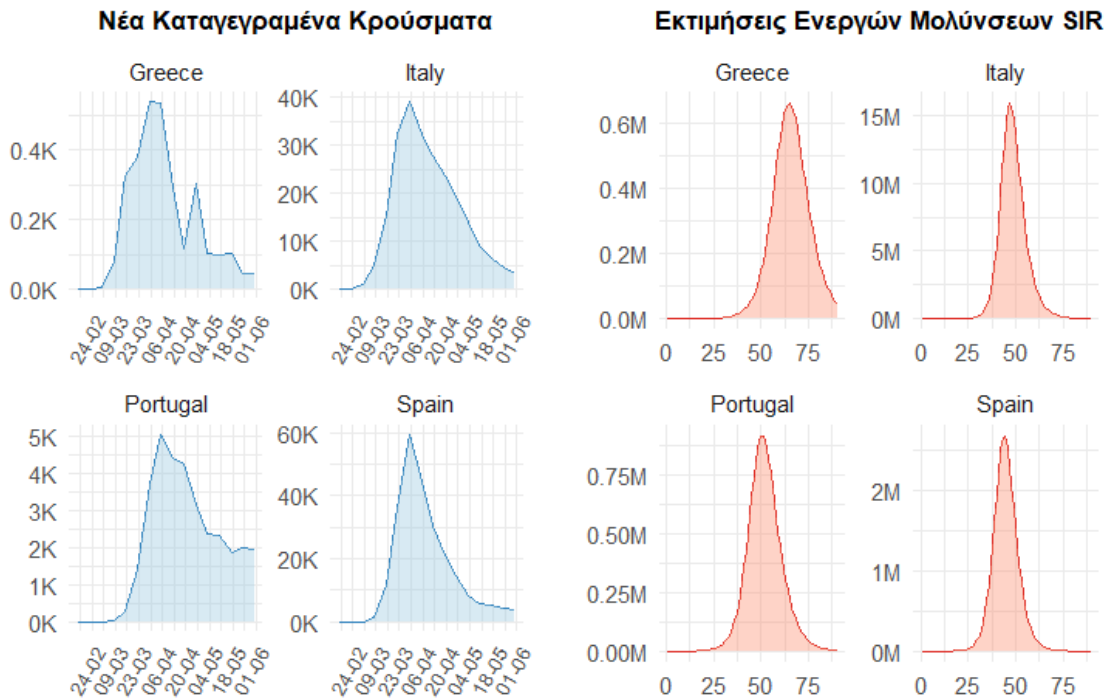
Στο Σχήμα 6.4 παρουσιάζονται οι δείκτες περιορισμού και αυστηρότητας σύμφωνα με τον οργανισμό Oxford Coronavirus Government Response Tracker. Οι συγκεκριμένοι δείκτες αναφέρθηκαν στο Κεφάλαιο 4, αποτελούνται από συγκεντρωτική αναφορά όλων των περιοριστικών μέτρων. Ο συνολικός δείκτης στο Σχήμα κυμαίνεται από 0 έως 100, με το 0 να αντιπροσωπεύει την απουσία αυστηρών μέτρων και το 100 την πιο αυστηρή απάντηση της κυβέρνησης.

Οι αρχικές αυτές ανταποκρίσεις των κυβερνήσεων στην απειλή της εκθετικής αύξησης των μολύνσεων στο άμεσο μέλλον ήταν ζωτικής σημασίας. Φαίνεται ότι τα περιοριστικά μέτρα ήταν καθοριστικός παράγοντας ώστε να μην ακολουθήσει η πανδημία με τα «τρομακτικά» αυξημένα νούμερα που εκτίμησε το μοντέλο SIR, Σχήμα 6.5.

Παρατηρήθηκε στο Σχήμα 6.1, 6.2 και 6.3 ότι τα πραγματικά κρούσματα δεν ακολούθησαν τις εκτιμήσεις του μοντέλου SIR, κυρίως μετά την 20<sup>η</sup> ημέρα. Έπειτα λαμβάνοντας υπόψιν το Σχήμα 6.4, όπου και οι 4 χώρες έλαβαν έγκαιρα τα μέτρα περιορισμού έως τις πρώτες ημέρες του Μαρτίου, συμπεραίνουμε ότι έπαιξαν καθοριστικό ρόλο στο να μην «ξεφύγουν» οι αριθμοί των μολύνσεων.



## Σύγκριση Εκτιμήσεων/Πραγματικών Τιμών κατά το Πρώτο Κύμα



Σχήμα 6.5: Σύγκριση νέων πραγματικών μολύνσεων με εκτιμήσεις μολύνσεων του μοντέλου SIR για το πρώτο κύμα του Covid19.

Στο Σχήμα 6.5 αναπαρίστανται η πραγματική κατάσταση των νέων μολύνσεων έναντι της εκτίμησης των ενεργών μολύνσεων για κάθε ημέρα. Η εκτίμηση πραγματοποιείται βάσει της συνάρτησης `generate.SIR.model`, η οποία όπως εξηγήθηκε παραπάνω προβλέπει τις μολύνσεις χρησιμοποιώντας το μοντέλο SIR. Η χρονική περίοδος είναι το πρώτο κύμα της πανδημίας που «χτύπησε» τις 4 αυτές χώρες. Στα δεξιά του σχήματος η συνάρτηση `generate.SIR.model` χρησιμοποιεί τις πρώτες 90 ημέρες στις οποίες σε κάθε χώρα ξέσπασε η πανδημία. Η ημερομηνία εκκίνησης των εκτιμήσεων για κάθε χώρα είναι η ίδια που αναφέρθηκε στο Σχήμα 6.1, 6.2 και 6.3.

Παρατηρείται εμφανέστατα ότι η εξέλιξη των μολύνσεων βάσει του μοντέλου παίρνει κατά πολύ μεγαλύτερες τιμές σε σχέση με τα πραγματικά καταγεγραμμένα περιστατικά. Τονίζουμε ότι στα αριστερά του Σχήματος 6.5 καταγράφονται τα νέα κρούσματα ανά ημέρα, ενώ στα δεξιά το μοντέλο υπολογίζει τις υπάρχουσες μολύνσεις ανά ημέρα. Αυτό σημαίνει ότι μία μόλυνση μπορεί να διαρκέσει μέρες με αποτέλεσμα να υπολογίζεται ως υπάρχουσα μόλυνση και τις επόμενες ημέρες όσο είναι ενεργή. Η συνάρτηση εκτίμησε τις τιμές της παραμέτρου ανάκαμψης  $\gamma$  στις αρχές της πανδημίας στις 4 χώρες. Σύμφωνα με τη θεωρητική ανασκόπηση του κεφαλαίου 5, όπου αναφέρθηκε ότι οι ημέρες ανάκαμψης από τον ιό προσεγγιστικά είναι 1 προς την παράμετρο  $\gamma$ , κατανοούμε ότι μια μόλυνση μπορεί να υπάρχει για αρκετές μέρες. Το γεγονός αυτό αποτελεί σημαντική εξήγηση για τη μεγάλη διαφορά τιμών, εκτός από τον παράγοντα των έγκαιρων περιοριστικών μέτρων που έθεσαν οι κυβερνήσεις.

Επομένως οι εκτιμήσεις του SIR της απεικόνισης στο Σχήμα 6.5 βοηθούν καλύτερα στην κατανόηση και χρησιμεύουν πιο προσεγγιστικά στην κατανομή των κυμάτων σε Ελλάδα, Ιταλία, Ισπανία και Πορτογαλία. Στα δεξιά του σχήματος φαίνεται ότι η εξέλιξη των εκτιμώμενων κρουσμάτων είχε απότομη αύξηση μετά την 25<sup>η</sup> ημέρα και ανάλογη μείωση μετά την 60<sup>η</sup> ημέρα. Η πρόβλεψη αυτή φαίνεται πως ήταν αρκετά προσεγγιστική στην πραγματική κατάσταση που επικράτησε στους πρώτους 3 μήνες. Ιδιαίτερα σε Ισπανία και Ιταλία το ξέσπασμα και η πτώση των νέων κρουσμάτων με τις αντίστοιχες προβλεπόμενες μολύνσεις φαίνεται ότι συμπίπτουν χρονικά. Σε Πορτογαλία υπάρχει μια απόκλιση κατά το τέλος των 90 ημερών αφού τα πραγματικά νέα κρούσματα δεν μειωθήκαν αναλόγως. Το ίδιο συνέβη και στην Ελλάδα αλλά σε μικρότερο βαθμό.

Η συνάρτηση generate.SIR.model εκτιμά τον μέγιστο αριθμό μολύνσεων σε κάθε μία από τις 4 χώρες. Η αναφορά αυτή πραγματοποιείται στο παρακάτω Πίνακα 6.2. Συγκεκριμένα στο πλαίσιο παρουσιάζονται οι ημέρες κατά τις οποίες υπήρξαν μέγιστες εκτιμώμενες και πραγματικές τιμές, στους πρώτους μήνες. Η αρίθμηση των ημερών εξαρτάται από αρχική καταγραφή, η οποία είναι διαφορετική για κάθε χώρα. Οι προβλέψεις των κορυφώσεων έναντι των πραγματικών είναι αρκετά κοντά σε Ιταλία και σε Ισπανία, αλλά αποκλίνουν σε Πορτογαλία και Ελλάδα.

Πίνακας 6.2 Συσχέτιση εκτιμήσεων generate.SIR.model με πραγματικά δεδομένα

Εκτιμήσεις της συνάρτησης generate.SIR.model έναντι πραγματικών δεδομένων για τις μέγιστες τιμές μολύνσεων κατά το πρώτο κύμα της πανδημίας				
	Ιταλία	Ισπανία	Πορτογαλία	Ελλάδα
<b>Εναρκτήρια Ημ/νια μετρήσεων</b>	22 Φεβρουαρίου 2020	28 Φεβρουαρίου 2020	10 Μαρτίου 2020	5 Μαρτίου 2020
<b>Πραγματικές Εκτιμήσεις</b>	38 <sup>η</sup> ημέρα	33 <sup>η</sup> ημέρα	25 <sup>η</sup> ημέρα	28 <sup>η</sup> ημέρα
	47 <sup>η</sup> ημέρα	40 <sup>η</sup> ημέρα	51 <sup>η</sup> ημέρα	65 <sup>η</sup> ημέρα

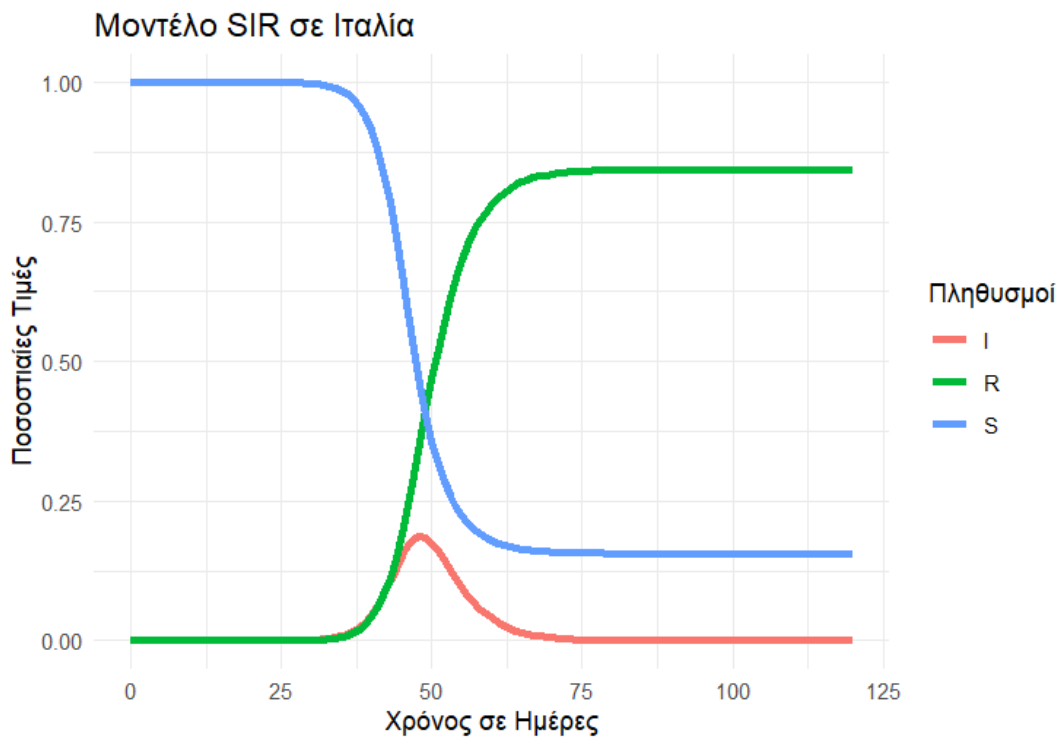
(Τα δεδομένα του Πίνακα 6.2 προέρχονται από την ιστοσελίδα WHO και από την συνάρτηση generate.SIR.model)

### 6.1.2 Εξέλιξη του Επιδημιολογικού Μοντέλου SIR κατά το πρώτο κύμα της Πανδημίας.

Στα παρακάτω Σχήματα 6.6 έως 6.9 απεικονίζεται η εξέλιξη των πληθυσμών ευπαθών, μολυσμένων και εξαιρεμένων του επιδημιολογικού μοντέλου SIR, κατά το πρώτο κύμα της πανδημίας στις 4 χώρες. Το χρονικό διάστημα μετρείται σε ημέρες και η ημερομηνία εκκίνησης για κάθε επικράτεια είναι η ημερομηνία κατά την οποία καταγράφηκε το πρώτο επιβεβαιωμένο κρούσμα σε αυτήν. Για παράδειγμα σύμφωνα με τον παγκόσμιο οργανισμό υγείας WHO, το πρώτο κρούσμα καταγράφηκε σε Ελλάδα στις 26 Φεβρουαρίου του 2020, σε Ιταλία και Ισπανία στις 31 Ιανουαρίου του 2020, ενώ σε

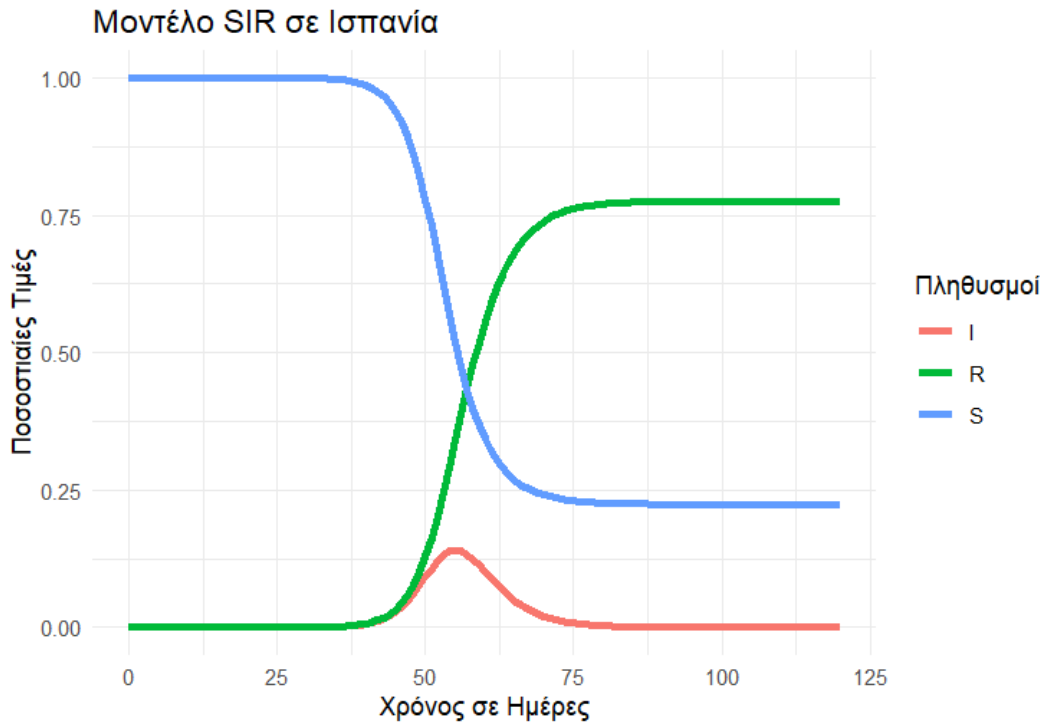
Πορτογαλία στις 2 Μαρτίου της ίδιας χρονιάς. Στον κατακόρυφο άξονα υπολογίζονται οι ποσοστιαίες τιμές των τριών πληθυσμών.

Το μοντέλο υπολογίστηκε σύμφωνα με τις τιμές των παραμέτρων  $\beta$ ,  $\gamma$  που εκτίμησε η συνάρτηση της βιβλιοθήκης covid19.analytics για καθεμιά χώρα. Η εξέλιξη του μοντέλου έχει ως αρχή εκκίνησης τη στιγμή του πρώτου καταγεγραμμένου κρούσματος, επομένως  $I_0 = 1$ . Όπως είναι λογικό η αρχική τιμή του πληθυσμού των ευπαθών θα ισούται με  $S_0 = N - I_0$ , όπου  $N$  ο συνολικός πληθυσμός εν έτει 2020 για κάθε χώρα. Κατά την αρχική κατάσταση της πανδημίας δεν υπάρχουν εξαιρούμενοι αφού δεν έχει προλάβει κανένας να αναρρώσει ή να επιβιώσει από τη μόλυνση, άρα  $R_0 = 0$ .

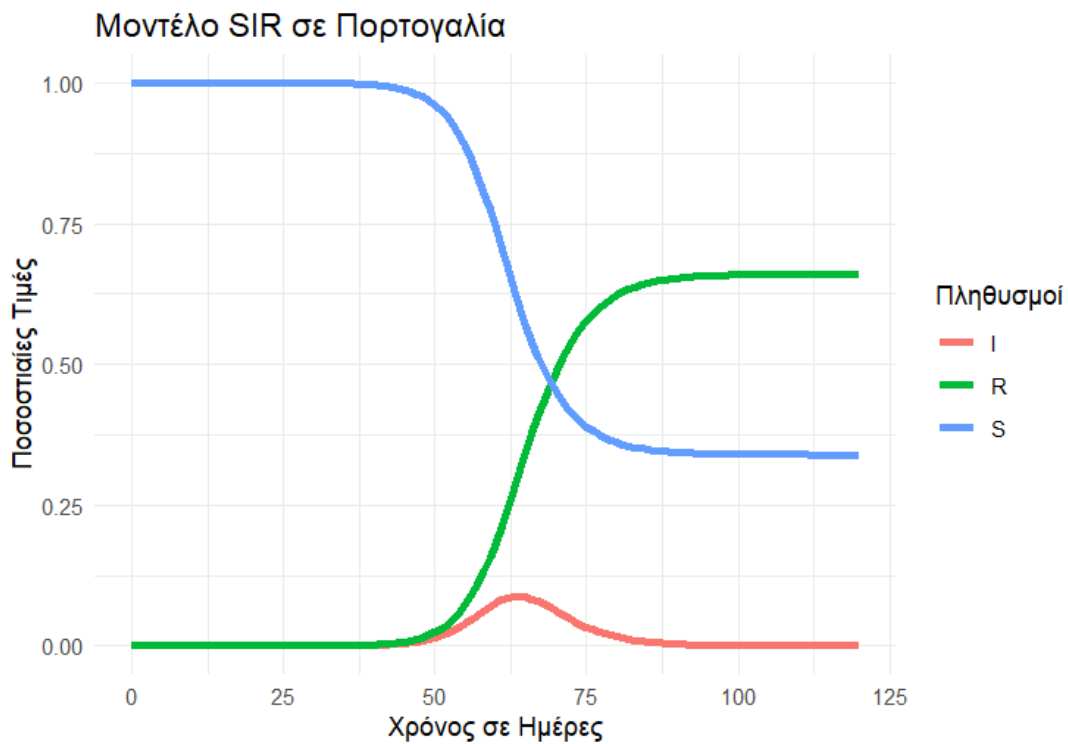


Σχήμα 6.6: Εξέλιξη του Μοντέλου SIR σε Ιταλία κατά τις 120 πρώτες ημέρες.

Στην Ιταλία, Σχήμα 6.6, οι υψηλές τιμές του κύματος των μολυσμένων παρατηρούνται από την 35<sup>η</sup> ημέρα έως την 75<sup>η</sup>, δηλαδή περίπου από τις αρχές Απριλίου έως τα μέσα Μαΐου. Η εκτιμώμενη μέγιστη τιμή των μολυσμένων ανέρχεται «υπερβολικά» στους 11.000.000.



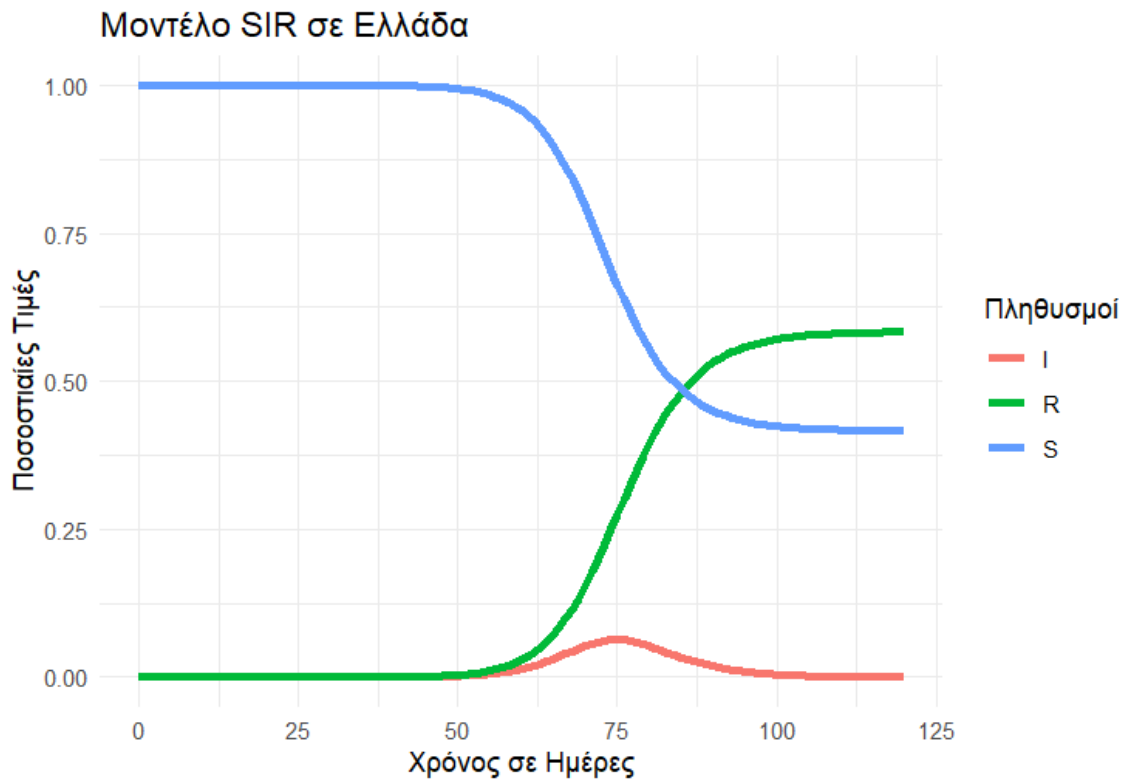
Σχήμα 6.7: Εξέλιξη του Μοντέλου SIR σε Ισπανία κατά τις 120 πρώτες ημέρες.



Σχήμα 6.8: Εξέλιξη του Μοντέλου SIR σε Πορτογαλία κατά τις 120 πρώτες ημέρες.

Στην Ισπανία, Σχήμα 6.7, η κατάσταση είναι παρόμοια με αυτή της Ιταλίας, η διάρκεια του εκτιμώμενου κύματος είναι παρόμοια με τη διαφορά ότι είναι ελάχιστες μέρες μετατοπισμένη. Η εκτιμώμενη μέγιστη τιμή των μολυσμένων είναι 7.000.000.

Στην περίπτωση της Πορτογαλίας, Σχήμα 6.8, οι υψηλές τιμές του κύματος των μολυσμένων παρατηρούνται από την 45<sup>η</sup> ημέρα έως την 90<sup>η</sup>, δηλαδή περίπου από τα μέσα Απριλίου έως τα μέσα Ιουνίου. Η εκτίμηση για τη μέγιστη τιμή των μολυσμένων ξεπερνά τους 750.000.



Σχήμα 6.9: Εξέλιξη του Μοντέλου SIR σε Ελλάδα κατά τις 120 πρώτες ημέρες.

Σε Ελλάδα, Σχήμα 6.9, οι υψηλές τιμές του κύματος των μολυσμένων παρατηρούνται από την 55<sup>η</sup> ημέρα έως την 95<sup>η</sup>, δηλαδή περίπου από τις 20 Απριλίου έως τα αρχές Ιουνίου. Η εκτίμηση για τη μέγιστη τιμή των μολυσμένων φτάνει τους 550.000.

Οι εκτιμήσεις για τα κύματα στις χώρες αυτές, φαίνεται να συμπίπτουν σε μεγάλο βαθμό με πραγματικές χρονικές διάρκειες. Οι τιμές των εκτιμήσεων όμως είναι υπερβολικά υψηλές σε σχέση με τις καταγραφές και αυτό οφείλεται στους παράγοντες που αναλύθηκαν προηγουμένως.

## 6.2 Εφαρμογή του Επιδημιολογικού Μοντέλου SEIR

Το επιδημιολογικό μοντέλο SEIR, το οποίο αναλύθηκε θεωρητικά στην 2<sup>η</sup> ενότητα του προηγούμενου κεφαλαίου, αποτελεί μία εξέλιξη του SIR καθώς χρησιμοποιεί μία επιπλέον πληθυσμιακή ομάδα. Η επιπλέον πληθυσμιακή ομάδα είναι τα άτομα τα οποία έχουν εκτεθεί στον ιό αλλά δεν είναι ακόμη μολυσματικά, δηλαδή δεν μεταδίδουν ακόμη τον ιό σε άλλους. Σε αντίθεση με το μοντέλο SIR, όπου τα ευπαθή άτομα μεταβαίνουν κατευθείαν στην ομάδα των μολυσμένων, στο SEIR υπάρχει η ενδιάμεση μετάβαση στην ομάδα των εκτεθειμένων. Έπειτα από τον πληθυσμό των εκτεθειμένων τα άτομα μεταβαίνουν στον πληθυσμό των μολυσμένων με ρυθμό  $\sigma$ , όπου

$$\sigma = \frac{1}{\text{Μέση περίοδος επώασης}}$$

Η ομάδα των εκτεθειμένων περνούν μια περίοδο επώασης (incubation period), η οποία αποτελεί τη χρονική διάρκεια μεταξύ της έκθεσης στον ιό και της εμφάνισης συμπτωμάτων. Η περίοδος επώασης διαφέρει ανά ασθένεια και χρονική περίοδο ύπαρξής της. (Pfizer.com)

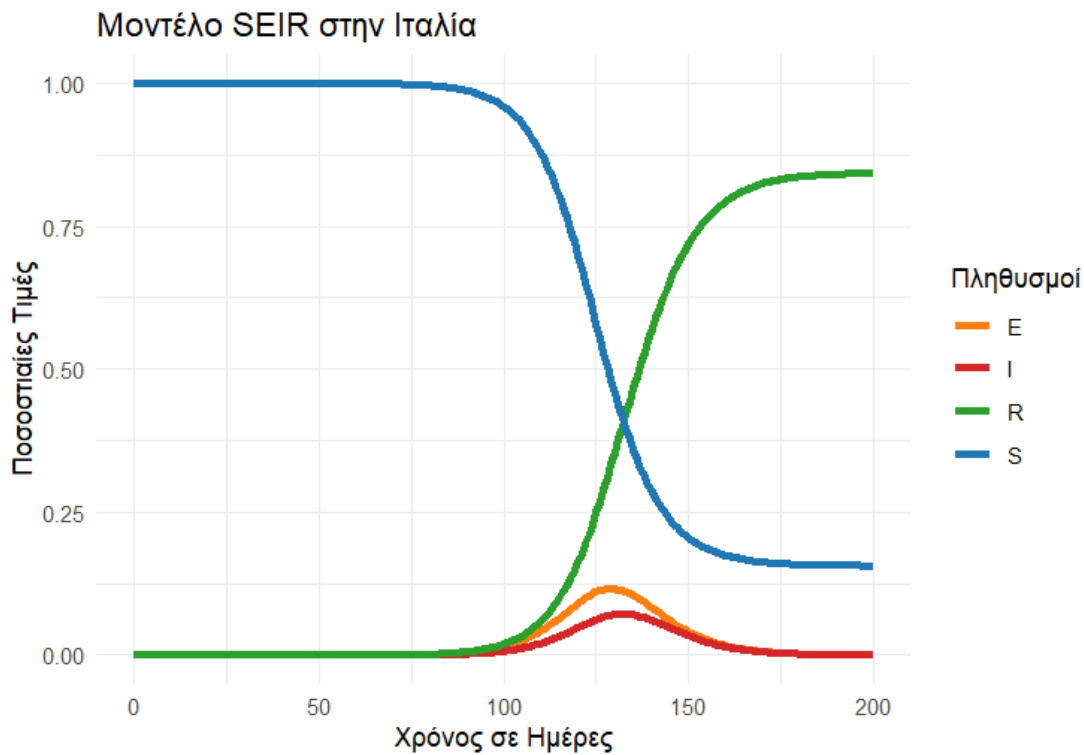
Οι εκτιμήσεις της περιόδου επώασης του ιού SARS-COV-2, ποικίλουν ανάλογα με την πηγή. Παρατηρήθηκε ότι κυμάνθηκε από 2 έως 14 ημέρες, με μέσο όρο 5.5 ημέρες στην αρχή της πανδημίας σε Ευρώπη. Μεταγενέστερες παραλλαγές του ιού είχαν μικρότερη περίοδο επώασης, για παράδειγμα η Omicron εμφάνιζε συμπτώματα στις 3-4 πρώτες ημέρες. (ecdc.europa.eu, 2023)

Επομένως στην απόπειρα προσομοίωσης του μοντέλου SEIR που παρουσιάζεται στην παρούσα ενότητα, η τιμή της παραμέτρου  $\sigma$  θα ισούται περίπου με 0.1818. Όπως στο μοντέλο SIR οι παράμετροι  $\beta$  και  $\gamma$  παραμένουν οι ίδιες για κάθε χώρα, ενώ θα πρέπει να οριστούν οι αρχικές τιμές των τεσσάρων υποπληθυσμών που αποτελούν το μοντέλο. Παρόμοια η πρώτη ημέρα της χρονικής καταγραφής του μοντέλου θα είναι κατά την πρωτοεμφανιζόμενη μόλυνση, επομένως  $I_0 = 1$ . Η αρχική τιμή του πληθυσμού των ευπαθών και των εξαιρούμενων θα ισούται με  $S_0 = N - (E_0 + I_0)$  και  $R_0 = 0$  αντίστοιχα.

### 6.2.1 Εξέλιξη του Επιδημιολογικού Μοντέλου SEIR κατά το πρώτο κύμα της Πανδημίας

Για την υπολογιστική προσομοίωση του μοντέλου SEIR απομένει η αρχική τιμή των εκτεθειμένων  $E_0$ . Η πραγματική αρχική αυτή τιμή όμως δεν θα μπορούσε να καταγραφεί, καθώς είναι απίθανο να γνωρίζουμε πόσοι είχαν εκτεθεί στον ιό εκείνη την περίοδο όπου εμφανίστηκε το πρώτο κρούσμα για καθεμιά χώρα. Η τιμή  $E_0$  θα μπορούσε να εκτιμηθεί μόνο προσεγγιστικά. Για παράδειγμα σε Ιταλία την επόμενη εβδομάδα από την εμφάνιση του πρώτου κρούσματος υπήρξαν άλλα 3 νέα κρούσματα, άρα υπολογίζοντας  $3 \cdot R_0$  (της Ιταλίας), υποθέτουμε ότι το  $E_0$  στην Ιταλία ισούται περίπου με 6.6. Παρομοίως σε Ελλάδα

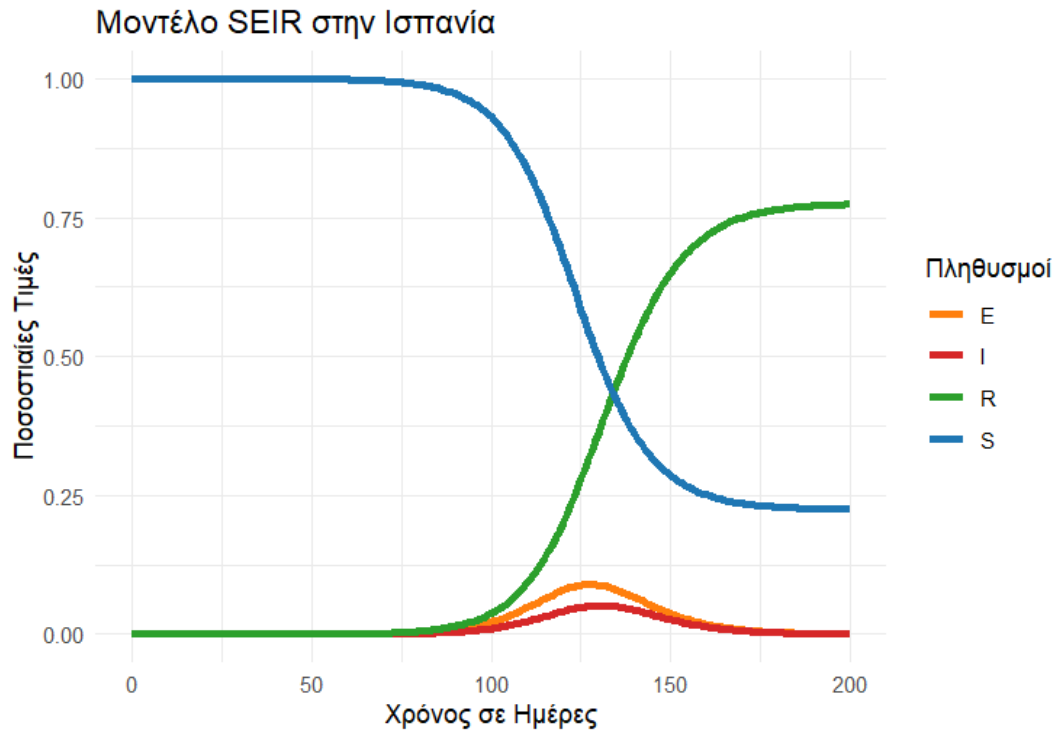
την αντίστοιχη δεύτερη εβδομάδα καταγράφηκαν άλλα 6-7 νέα κρούσματα, άρα  $E_0 \approx 10$ . Αντίστοιχα σε Ισπανία και Πορτογαλία η εκτίμηση για τον αρχικό αριθμό των εκτεθειμένων ως 10 και 20.



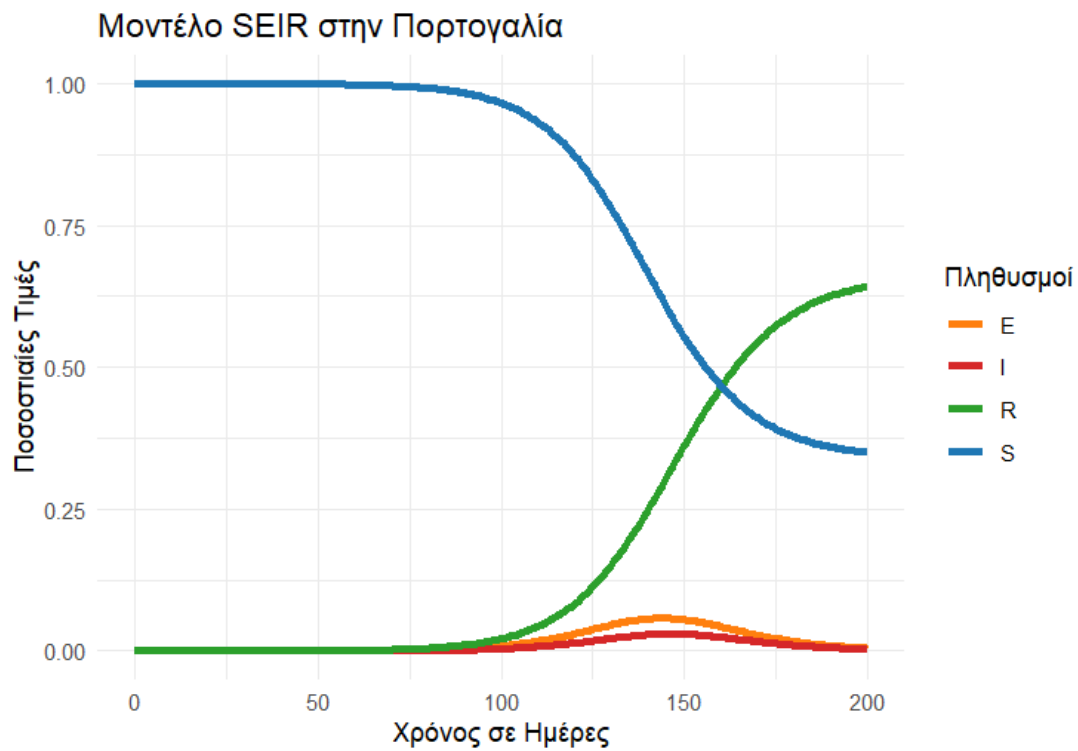
Σχήμα 6.10: Εξέλιξη του Μοντέλου SEIR σε Ιταλία κατά τις 200 πρώτες ημέρες.

Σε Ιταλία η εξέλιξη του κύματος των μολυσμένων (I πληθυσμός) παρατηρείται από την 80<sup>η</sup> ημέρα έως την 150<sup>η</sup> από την εμφάνιση του πρώτου καταγεγραμμένου κρούσματος. Αναλυτικά οι ημερομηνίες διάρκειας του κύματος εκτιμώνται περίπου από τις 20 Απριλίου έως τις 30 Ιουνίου. Η μέγιστη τιμή σε αυτό το διάστημα εκτιμήθηκε περίπου 4.500.000.

Σε Ισπανία, (Σχήμα 6.11), η κατανομή των περισσότερων τιμών της I ομάδας κυμαίνεται στο μεγάλο εύρος μεταξύ της 90<sup>ης</sup> ημέρας έως την 180<sup>η</sup>. Σε ημερομηνίες αυτό το διάστημα μεταφράζεται περίπου από αρχές Μαΐου έως τέλη Ιουλίου. Το μοντέλο εκτιμάει ως μέγιστη τιμή 2.5 εκατομμύρια μολυσμένοι. Στην Πορτογαλία, (Σχήμα 6.12), όπως και στην Ισπανία η κατανομή του μολυσμένου πληθυσμού έχει μεγάλη διασπορά. Οι υψηλότερες τιμές κυμαίνονται από αρχές Ιουνίου έως τέλη Αυγούστου, με μέγιστη εκτιμώμενη τιμή 300.000.

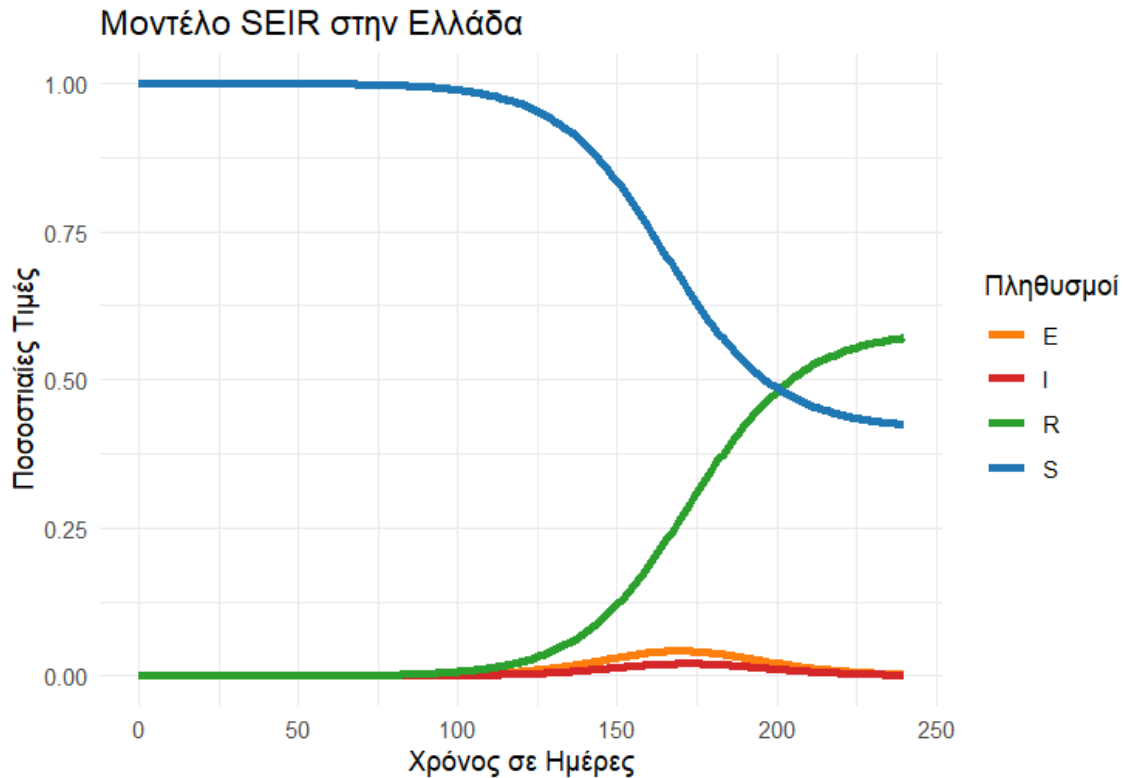


Σχήμα 6.11: Εξέλιξη του Μοντέλου SEIR σε Ισπανία κατά τις 200 πρώτες ημέρες.



Σχήμα 6.12: Εξέλιξη του Μοντέλου SEIR σε Πορτογαλία κατά τις 200 πρώτες ημέρες.





Σχήμα 6.13: Εξέλιξη του Μοντέλου SEIR σε Ελλάδα κατά τις 240 πρώτες ημέρες.

Στην Ελλάδα όπως και σε Πορτογαλία εκτιμάται μεγάλη διασπορά των υψηλών τιμών της ομάδας I. Επιπλέον φαίνεται ότι η κατανομή I είναι αρκετά μετατοπισμένη όσον αφορά το πέρας των ημερών σε σχέση με την απεικόνιση της Ιταλίας και της Ισπανίας. Το μεγάλο εύρος της κατανομής καταγράφεται από τα μέσα Ιουνίου έως τέλη Αυγούστου. Μέγιστη τιμή εκτίμησης μολυσμένων για την Ελλάδα είναι 200.000.

Πίνακας 6.3 Συσχέτιση εκτιμήσεων μοντέλου SEIR με πραγματικά δεδομένα

Εκτιμήσεις του μοντέλου SEIR έναντι πραγματικών δεδομένων για τις μέγιστες τιμές μολύνσεων κατά το πρώτο κύμα της πανδημίας				
	Ιταλία	Ισπανία	Πορτογαλία	Ελλάδα
<b>Πραγματικές</b>	22-29 Μαρτίου	22-29 Μαρτίου	1-7 Απριλίου	1-7 Απριλίου
<b>Εκτιμήσεις</b>	15-30 Μαΐου	15-30 Μαΐου	1-15 Ιουλίου	5-20 Ιουλίου

(Τα πραγματικά δεδομένα του Πίνακα 6.3 προέρχονται από την ιστοσελίδα WHO)

## 6.2.2 Ανάλυση και Αξιολόγηση Μοντέλου SEIR

Παρατηρείται ότι το μοντέλο SEIR σε σχέση με το SIR προβλέπει μεγαλύτερα διαστήματα των κυμάτων του μολυσμένου πληθυσμού. Επιπλέον σημαντική παρατήρηση είναι ότι τα κύματα αυτά είναι μετατοπισμένα προς τα δεξιά του οριζώντιου άξονα, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις Ελλάδας και Πορτογαλίας. Φαίνεται πως το συγκεκριμένο μοντέλο εκτιμάει ότι οι υψηλές τιμές των μολυσμένων θα εμφανιστούν αργότερα σε σχέση με το μοντέλο SIR, αλλά και σε σχέση με την πραγματικότητα. Βέβαια ο ρυθμός αύξησης των κρουσμάτων στο μοντέλο SEIR είναι πιο ρεαλιστικός σε σχέση με του SIR του οποίου ο ρυθμός είναι εξαιρετικά ραγδαίος.

Οι διαφορές αυτές στις παρατηρήσεις μεταξύ των δύο μοντέλων οφείλονται κυρίως στο γεγονός ότι το SEIR περιλαμβάνει τη φάση της έκθεσης. Λόγω της επιπρόσθετης παραμέτρου ο ρυθμός μετάδοσης του ιού τείνει να είναι πιο ρεαλιστικός, σε αντίθεση με το μοντέλο SIR όπου η μετάδοση είναι πιο άμεση και οδηγεί σε ταχύτερη αύξηση των κρουσμάτων.

Πίνακας 6.4 Σύγκριση Πραγματικών δεδομένων (Real) με τα μοντέλα SIR και SEIR

Σύγκριση αποτελεσμάτων τις πρώτες 11 εβδομάδες												
Εβδ.	Ελλάδα			Ιταλία			Ισπανία			Πορτογαλία		
	Real	SIR	SEIR	Real	SIR	SEIR	Real	SIR	SEIR	Real	SIR	SEIR
1 <sup>η</sup>	6	9	13	3	14	22	8	15	13	27	30	25
2 <sup>η</sup>	14	24	30	41	238	63	129	138	49	289	162	47
3 <sup>η</sup>	80	99	47	778	572	146	1423	1271	97	1408	880	78
4 <sup>η</sup>	327	406	71	2547	7906	334	1160	11686	194	3729	4756	132
5 <sup>η</sup>	381	1652	109	5986	108790	768	36346	105491	388	5042	25426	221
6 <sup>η</sup>	538	6699	167	5959	1423861	1765	59344	817199	776	4433	128434	370
7 <sup>η</sup>	534	26797	256	4585	11003031	4053	44403	2622205	1552	4240	500222	620
8 <sup>η</sup>	289	101740	391	3951	13678000	9305	30585	1536014	3100	3182	911857	1038
9 <sup>η</sup>	118	320980	598	3493	4835842	21343	21250	368169	6193	2371	633775	1738
10 <sup>η</sup>	303	620993	914	3021	1256558	48857	14574	71287	12362	2325	257571	2908
11 <sup>η</sup>	104	579853	1396	1965	305211	111327	8099	13247	24642	1853	86317	4859
12 <sup>η</sup>	100	310415	2132	1327	72985	251051	5624	2442	48986	2006	27207	8100

(Τα δεδομένα του Πίνακα 6.4 προέρχονται από την ιστοσελίδα WHO και από την συνάρτηση *generate.SIR.model*)

Όσον αφορά τις προβλέψεις του μοντέλου SEIR σε σχέση με τα πραγματικά δεδομένα των μολύνσεων, παρατηρούνται δύο βασικές αποκλίσεις. Η πρώτη είναι ο υψηλός αριθμός εκτιμώμενων μολύνσεων, παρόλο που είναι πιο ρεαλιστικός σε σχέση με την πρόβλεψη του SIR. Οι παράγοντες που είχαν ως αποτέλεσμα αυτήν την απόκλιση αναφέρθηκαν στην προηγούμενη ενότητα. Σημαντικότερος παράγοντας υπενθυμίζουμε ότι αποτέλεσε η θέσπιση περιοριστικών μέτρων από τις αρχές όπου μείωσαν δραστικά τα

περιστατικά μολύνσεων κατά την εξέλιξη της επιδημίας. Η δεύτερη σημαντική απόκλιση παρατηρείται στην κατανομή των υψηλών τιμών μολύνσεων σε σχέση με το χρόνο. Το κύμα των πραγματικών καταγεγραμμένων μολύνσεων διαδραματίστηκε αρκετά νωρίτερα σε σχέση με τις υψηλές τιμές του προβλεπόμενου κύματος, κυρίως σε Ελλάδα και Πορτογαλία. Παρομοίως ο παράγοντας των περιοριστικών μέτρων δίνει εξήγηση σε αυτό το φαινόμενο, καθώς εάν δεν υπήρχαν αυτά τότε πιθανόν οι υψηλότερες τιμές μολύνσεων να καταγράφονταν μεταγενέστερα, όπως δηλαδή καταγράφηκαν στο SEIR.

Συμπερασματικά, οι προβλέψεις των μοντέλων SEIR & SIR μπορούν να έχουν ορισμένες αποκλίσεις από την πραγματικότητα λόγω της μη έγκυρης θέσπισης των αρχικών συνθηκών και άλλων παραδοχών.

- Οι αρχικές συνθήκες των μεταβλητών του μοντέλου που προσομοιώθηκε σε αυτή την ενότητα είναι προσεγγιστικές και δεν αντικατοπτρίζουν με ακρίβεια την πραγματική κατάσταση. Για παράδειγμα, η αρχική εκτίμηση των εκτεθειμένων (E) είναι δύσκολο να προσδιοριστεί ακριβώς.
- Η μέση τιμή των μεταβλητών  $\beta$  και  $\gamma$  που προβλέπει η συνάρτηση generate.SIR.model είναι επίσης δύσκολο να εκτιμηθεί. Συνυπολογίζοντας και το γεγονός ότι οι τιμές των παραμέτρων  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\sigma$  μπορεί να μεταβάλλονται στο χρόνο, υπάρχει επιπλέον δυσκολία στην πρόβλεψη.
- Γεγονότα και συνθήκες τα οποία μπορούν να επηρεάσουν την εξέλιξη μιας πανδημίας αλλά δεν λαμβάνουν υπόψιν τα μοντέλα. Για παράδειγμα τα επιδημιολογικά μοντέλα δεν μπορούν να προβλέψουν τυχαία γεγονότα όπως αλλαγές στη συμπεριφορά του πληθυσμού λόγω περιοριστικών μέτρων ή απροσδόκητων μέτρων δημόσιας υγείας.
- Τα δύο αυτά μοντέλα υπολείπονται πολλών και διάφορων άλλων παραμέτρων που μπορούν να συμβάλουν στην ακρίβεια των προβλέψεων.
- Τα μοντέλα είναι απλουστευμένα σε ορισμένες παραδοχές όπως, η ομοιογενής ανάμειξη του πληθυσμού ή η σταθερή διάρκεια των φάσεων έκθεσης και μόλυνσης. Στην πραγματικότητα οι παράγοντες αυτοί μπορεί να διαφέρουν σημαντικά και να μην είναι σταθεροί.

## Κεφάλαιο 7

### Σύνοψη και Συμπεράσματα

Οι πανδημίες έχουν διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο στην ιστορία της ανθρωπότητας, διαμορφώνοντας και επηρεάζοντας τους θεμελιώδεις τομείς της κοινωνίας και της υγείας. Από την αρχαιότητα έως την σημερινή εποχή, ασθένειες όπως η πανώλη, η χολέρα, η ισπανική γρίπη, ο AIDS/HIV και ο Covid19, έχουν προκαλέσει τεράστιες απώλειες ανθρώπινων ζωών και έχουν αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο οι κοινωνίες αντιμετωπίζουν τη δημόσια υγεία και την ιατρική έρευνα.

Η πανδημία του Covid19 αναδείχτηκε ως μια από τις πιο επιδραστικές και καταστροφικές στην σύγχρονη ιστορία. Κατά την πανδημία αυτή η ανθρωπότητα ήρθε αντιμέτωπη με σημαντικές προκλήσεις σε ποικίλους τομείς, από την οικονομία και την εκπαίδευση έως τις κοινωνικές σχέσεις και την ψυχική υγεία. Ταυτόχρονα, ανέδειξε την επιτακτική ανάγκη για διεθνή οργάνωση και συνεργασία, μέτρα πρόληψης και διάθεση εμβολίων.

Η στατιστική ανάλυση αποτελεί ισχυρό εργαλείο για την πρόληψη και την αντιμετώπιση των πανδημιών, παρέχοντας κρίσιμες πληροφορίες και επιτρέποντας την λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων. Συγκεκριμένα στην παρούσα εργασία, μέσω της ανάλυσης δεδομένων, μπορούμε να εντοπίσουμε τάσεις της πανδημίας, να προβλέψουμε την εξάπλωση των ασθενειών και να αξιολογήσουμε την αποτελεσματικότητα των διάφορων μέτρων πρόληψης και θεραπείας.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η σχέση μεταξύ των εμβολιαστικών προγραμμάτων και των ποσοστών θνητότητας κατά την πανδημία του Covid19, στις χώρες που μελετήθηκαν. Σύμφωνα με τις στατιστικές αναλύσεις, χώρες που διέθεσαν εγκαίρως μεγαλύτερο αριθμό εμβολίων παρουσίασαν χαμηλότερα ποσοστά θνητότητας. Για παράδειγμα σε Βουλγαρία και Ρουμανία όπου η κάλυψη εμβολίων ήταν χαμηλή, αντίστροφα τα ποσοστά θνητότητας ήταν υψηλότερα σε σχέση με τις υπόλοιπες χώρες. Επιπλέον περιοριστικά μέτρα, όπως καραντίνες, κοινωνική αποστασιοποίηση και αναστολές κοινωνικών λειτουργιών έδειξαν ότι είναι εξαιρετικά αποτελεσματικά στη μείωση της εξάπλωσης του ιού στις αρχές της πανδημίας. Σύμφωνα με τις αναλύσεις τα μέτρα αυτά συνέβαλαν σημαντικά στη μείωση της αυξημένης τάσης μετάδοσης, ιδιαίτερα σε χώρες όπου θεσπίστηκαν έγκαιρα και συστηματικά. Επιπρόσθετα η στατιστική ανάλυση βοηθάει στον εντοπισμό των εποχών με μεγαλύτερη επικινδυνότητα, δηλαδή οι χειμερινοί μήνες, επιτρέποντας στοχευμένη παρέμβαση και αποδοτικότερη κατανομή πόρων.

Αυτές οι πληροφορίες υπογραμμίζουν τη σημασία των εμβολιαστικών εκστρατειών και ενισχύουν την άποψη για αύξηση εμβολιαστικής κάλυψης σε παρόμοιες περιπτώσεις. Επίσης τα αποτελεσματικά ευρήματα θέσπισης μέτρων περιορισμού ενισχύουν την σημαντικότητα έγκαιρης αποφασιστικής δράσης κατά την εμφάνιση νέων πανδημιών.

Η στατιστική ανάλυση μπορεί επίσης να συμβάλει στην κατανόηση συμπεριφοράς του ιού, της επίδρασης των κοινωνικών αποστάσεων και μέτρων πρόληψης, καθώς και στην ανάπτυξη μελλοντικών μοντέλων που θα βοηθήσουν στο σχεδιασμό μελλοντικών στρατηγικών αντιμετώπισης. Σημαντικά εργαλεία σε διαδικασίες πρόβλεψης είναι τα δύο επιδημιολογικά μοντέλα SIR (Susceptible-Infectious-Recovered) και SEIR (Susceptible-Exposed-Infectious-Recovered) τα οποία αναλύθηκαν στα δύο τελευταία κεφάλαια. Τα δύο αυτά μοντέλα έχουν την ικανότητα να προσομοιώνουν την εξέλιξη της ασθένειας με βάση την τρέχουσα τις αρχικές συνθήκες και τις εκτιμώμενες παραμέτρους μετάδοσης, ανάρρωσης και έκθεσης. Η εκτίμηση κινδύνου του ιού που προσφέρουν τα μοντέλα είναι ζωτικής σημασίας για τους επιδημιολόγους και τις αρχές τη σχεδίαση μιας οργανωμένης αντιμετώπισης της πανδημίας. Οι προβλέψεις βοηθούν στην εφαρμογή μέτρων ελέγχου και κοινωνικής αποστασιοποίησης αλλά και στον υπολογισμό υγειονομικών πόρων για την πρόληψη.

Στόχος, λοιπόν της παρούσας εργασίας είναι η ανάδειξη της σημασίας της στατιστικής ανάλυσης των δεδομένων της πανδημίας, ως ακρογωνιαίο λίθο της δημόσιας υγείας. Ενισχύοντας την ικανότητα των διοικητικών αρχών να προλαμβάνουν και να αντιμετωπίζουν υγειονομικές κρίσεις με επιστημονικά τεκμηριωμένες λύσεις. Συμπερασματικά, η ανθρωπότητα καλείται να μάθει από τις πανδημίες του παρελθόντος και του παρόντος, ώστε να είναι προετοιμασμένη για προκλήσεις του μέλλοντος.

# Βιβλιογραφία

## Ξενόγλωσση

- Green, M. S., et al. (2002) When is an Epidemic an Epidemic?, *Isr Med Assoc J*, 4, 1
- Huang, S.M., et al. (2023) Clinical characteristics and factors associated with severe COVID-19 in hospitalized children during the SARS-CoV-2 Omicron pandemic, *J Microbiol Immunol Infect.* 56, 5. 10.1016/j.jmii.2023.06.001
- Iacobucci, G. (2024) Covid-19: Vaccines have saved at least 1.4 million lives in Europe, WHO reports, *BMJ*, 384 <https://doi.org/10.1136/bmj.q125>
- Vandelli, V., Palandri, L., Coratza, P., Rizzi, C., Ghinoi, A., Righi, E., & Soldati, M. (2024) Conditioning factors in the spreading of Covid-19 – Does geography matter?, *Heliyon*, 10(3) e25810. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25810>
- Lippi, G., et al. (2020) The death rate for COVID-19 is positively associated with gross domestic products, *Acta Biomed.*, 91, 2, 224–225. 10.23750/abm.v91i2.9514
- Pilecco, F.B., et al. (2021) The effect of laboratory testing on COVID-19 monitoring indicators: an analysis of the 50 countries with the highest number of cases, *PMID*, 30, 2 10.1590/S1679-49742021000200002
- Nottmeyer, L., et al. (2023) The association of COVID-19 incidence with temperature, humidity, and UV radiation – A global multi-city analysis, *Sci Total Environ.*, 854, 158636. 10.1016/j.scitotenv.2022.158636
- Rouen, A., et al. (2020) COVID-19: relationship between atmospheric temperature and daily new cases growth rate, *Cambridge University Press*, 148, 184. 10.1017/S0950268820001831
- Sobczak, M., and Pawliczak, R. (2023) Which Factors Were Related to the Number of COVID-19 Cases in the 2022/2023 Season Compared to the 2021/2022 Season in Europe? *J. Clin Medicine*, 12, 13, 4517. <https://doi.org/10.3390/jcm12134517>
- Wiemken, T.L., Khan, F., Puzniak, L. et al. (2023) Seasonal trends in COVID-19 cases, hospitalizations, and mortality in the United States and Europe. *Sci Rep*, 13, 3886. 10.1038/s41598-023-31057-1
- Serapioni, M., and Hespanha, P. (2023) The Pandemic and Health Inequalities in Southern European Countries, *e-cadernos CES*, 39. <https://doi.org/10.4000/eces.8013>
- Alrasheed, A.A. (2023) The Prevalence of COVID-19 in Europe by the End of November 2022: A Cross-Sectional Study, *Cureus.*, 15, 1, 10.7759/cureus.33546
- Hajdu, T., Krekó, J., Tóth, C.G. (2024) Inequalities in regional excess mortality and life expectancy during the COVID-19 pandemic in Europe, *Scientific Reports*, 14, 3835

Bokányi, E., Vizi, Z., Koltai, J., Röst, G., Karsai, M. (2023) Real-time estimation of the effective reproduction number of COVID-19 from behavioral data, *Scientific Reports*, 13, 21452

Fragkou, P., et al. (2024) Intensive Care Unit Mortality Trends during the First Two Years of the COVID-19 Pandemic in Greece: A Multi-Center Retrospective Study, *Viruses*, 16, 488. <https://doi.org/10.3390/v16040488>

Hale, T., et al. (2021) A global panel database of pandemic policies (Oxford COVID-19 Government Response Tracker), *Nature Human Behaviour*, 5, 529–538

Verney, S., et al. (2024) Southern Europe Managing the First Phase of the Covid-19 Pandemic: The Crucial Effect of Timing, *South European Society and Politics*, 27, 4, 431-458, <https://doi.org/10.1080/13608746.2022.2306710>

Moreira, A., Léon, M., Moscarola, F.C., Roumpakis, A. (2020) In the eye of the storm...again! Social policy responses to COVID19 in Southern Europe, *Social Policy Administration*, 55, 2, 339-357, <https://doi.org/10.1111/spol.12681>

Tavares, A.I., and Ferreira, P.L. (2023) COVID-19, Policies, Socio-Economic and Health Effects in Southern European Countries, *e-Cadernos CES*, 39. <https://doi.org/10.4000/eces.8101>

Martins, I.C., and Rocha, H.B. (2022) Responses to COVID-19 Social and Economic Impacts: A Comparative Analysis in Southern European Countries, *Soc. Sci.*, 11, 2, 36. <https://doi.org/10.3390/socsci11020036>

Fan, G., Song, H., Yip, S., Zhang, T., & He, D. (2022) Impact of low vaccine coverage on the resurgence of COVID-19 in Central and Eastern Europe, *One Health*, 14 (2022), 100402. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2022.100402>

Faivre, P., et al. (2021) Immunization funding across 28 European countries, *Expert Rev Vaccines*, 20, 6, 639-647 <https://doi.org/10.1080/14760584.2021.1905257>

Iqbal, H., Umair, M., Rizvi, S.A., Cheema, M.A. (2022) A Correlation Study of COVID-19 in Europe Considering Different Vaccines, Age Groups and Variants Including Delta and Omicron, *BioMed*, 2, 2, 133-169, <https://doi.org/10.3390/biomed2020015>

Hosseinzadeh, P., et al. (2022) Social Consequences of the COVID-19 Pandemic. A Systematic Review, *Invest Educ Enferm*. 40, 1, [doi.org/10.17533/udea.iee.v40n1e10](https://doi.org/10.17533/udea.iee.v40n1e10)

Prodanov, D. (2022) Analytical solutions and parameter estimation of the SIR epidemic model, *Mathematical Analysis of Infectious Diseases*, 163-189. <https://doi.org/10.1016/B978-0-32-390504-6.00015-2>

Cooper, I., Mondal, A., Antonopoulos, C.G. (2020) A SIR model assumption for the spread of COVID-19 in different communities, *Chaos, Solitons & Fractals*, 139, 110057. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2020.110057>

Lazebnik, T. (2023) Computational applications of extended SIR models: A review focused on airborne pandemics, *Ecological Modelling*, 483, 110422. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2023.110422>

## Ελληνική

Ντζούφρας, Ι., Περπέρογλου, Α. (2009), Εισαγωγή στη Βιοστατιστική και της Επιδημιολογία, Αθήνα

Ανδριόπουλος, Π. (2023), Στατιστική μεθοδολογία στην Επιδημιολογία με χρήση υπολογιστικών προγραμμάτων, Κάλλιπος, <http://dx.doi.org/10.57713/kallipos-123>

Ψαρρέα, Α. (2023), Συν-νοσηρότητα και Covid-19 σε Ευρωπαίους ηλικίας 50 ετών και άνω, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

Κομηνέας, Σ., Χαρμανδάρης, Ε. (2015), Μαθηματική Μοντελοποίηση, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Πλεξουσάκης, Μ. (2021), Μαθηματικά μοντέλα στη Βιολογία

## Διαδίκτυο

Tyson, B. (2023) Epidemic. National Geographic Society <https://education.nationalgeographic.org/resource/epidemic/>

cdc.gov, (2024) Symptoms of COVID-19 <https://www.cdc.gov/covid/signs-symptoms/index.html>

worldometers.info (2024) Coronavirus Symptoms <https://www.worldometers.info/coronavirus/coronavirus-symptoms/>

covid.gov, (2022) National Research Action Plan on Long COVID, <https://www.covid.gov/sites/default/files/documents/National-Research-Action-Plan-on-Long-COVID-08012022.pdf>

ons.gov, (2023) Coronavirus (COVID-19) latest insights Infections, <https://www.ons.gov.uk/peoplepopulationandcommunity/healthandsocialcare/conditionsanddiseases/articles/coronaviruscovid19latestinsights/infections#long-covid>

cdc.gov, (2024) Signs and Symptoms of Long COVID <https://www.cdc.gov/covid/long-term-effects/long-covid-signs-symptoms.html>



imf.org, (2024) GDP per capita, current prices, <https://www.imf.org/external/datamapper/NGDPDPC@WEO/UVK/EURO/EU/GRC>

Schellekens, P. (2024) COVID waves: Europe and US compared, <https://pandemic.com/covid-waves-europe-and-us-compared/>

oecd-ilibrary.org, (2022) Health at a Glance: Europe 2022 <https://doi.org/10.1787/507433b0-en>

McClure, J. and Jones, G. (2020) Coronavirus lockdown in Europe, <https://www.reuters.com/graphics/HEALTH-CORONAVIRUS-EUROPE/0100B5M347R/>

Dijkstra, L. (2022) The regional impact of COVID-19, <https://cohesiondata.ec.europa.eu/stories/s/The-regional-impact-of-COVID-19/24gj-n8r2/>

Schöley, J., Aburto, J., et al. (2022) Life expectancy changes since COVID-19, <https://www.nature.com/articles/>

Ramirez, V.B. (2023), What Is "R-naught"? Gauging Contagious Infections, <https://www.healthline.com/health/r-naught-reproduction-number>

M.Yi, A complete guide to box plots, <https://www.atlassian.com/data/charts/box-plot-complete-guide>

dw.com, (2020), Coronavirus: What do the lockdowns mean in Europe? <https://www.dw.com/en/coronavirus-what-are-the-lockdown-measures-across-europe/a-52905137>

oecd.org, (2020), COVID-19 crisis response in South East European economies [https://www.oecd.org/en/publications/covid-19-crisis-response-in-south-east-european-economies\\_c1aacb5a-en.html](https://www.oecd.org/en/publications/covid-19-crisis-response-in-south-east-european-economies_c1aacb5a-en.html)

who.int/europe, (2024) COVID-19 vaccinations have saved more than 1.4 million lives in the WHO European Region, a new study finds, <https://www.who.int/europe/news/item/16-01-2024-covid-19-vaccinations-have-saved-more-than-1.4-million-lives-in-the-who-european-region--a-new-study-finds>

ecdc.europa.eu, (2024) Interim COVID-19 vaccination coverage in the EU/EEA during the 2023–24 season campaigns, <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/interim-covid-19-vaccination-coverage-eueea-during-2023-24-season-campaigns>

Domingo, E., and Rodríguez, L. (2022) EIT Food Foresight: The Impact of COVID-19 on the Food Sector in Southern Europe, <https://www.eitfood.eu/download-reports/food-foresight-southern-europe-covid-19>

unitednations.org, Everyone Included: Social Impact of COVID-19,  
<https://social.desa.un.org/everyone-included-social-impact-of-covid-19>

Valle, E. (2020), Covid-19: An asymmetric impact on the Southern European Union States?, <https://agendapublica.es/noticia/13543/covid-19-an-asymmetric-impact-southern-european-union-states>

Faley, K. (2023), PCR vs. rapid COVID-19 test: What's the difference?,  
<https://www.osfhealthcare.org/blog/pcr-vs-rapid-covid-19-test-whats-the-difference/>

Giattino, C., et al. (2024) Excess mortality during the Coronavirus pandemic (COVID-19), <https://ourworldindata.org/excess-mortality-covid>

Gopalakrishnan, J. (2020) The SEIR model of infectious diseases,  
[https://web.pdx.edu/~gjay/teaching/mth271\\_2020/html/09\\_SEIR\\_model.html](https://web.pdx.edu/~gjay/teaching/mth271_2020/html/09_SEIR_model.html)

Pfizer.com, Why the COVID-19 Incubation Period Changes and How That Can Affect Us,  
[https://www.pfizer.com/news/articles/why\\_the\\_covid\\_19\\_incubation\\_period\\_changes\\_and\\_how\\_that\\_can\\_affect\\_us](https://www.pfizer.com/news/articles/why_the_covid_19_incubation_period_changes_and_how_that_can_affect_us)

Olalekan, A., Introduction to Epidemiology (Lecture notes),  
[https://www.freebookcentre.net/medical\\_books\\_download/Introduction-to-Epidemiology-by-Adebimpe-Olalekan.html](https://www.freebookcentre.net/medical_books_download/Introduction-to-Epidemiology-by-Adebimpe-Olalekan.html)

ecdc.europa.eu, (2023) Factsheet on COVID-19,  
<https://www.ecdc.europa.eu/en/infectious-disease-topics/z-disease-list/covid-19/factsheet-covid-19>

commission.europa.eu, (2024) EU Vaccines Strategy,  
[https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/coronavirus-response/public-health/eu-vaccines-strategy\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/coronavirus-response/public-health/eu-vaccines-strategy_en)

<https://en.wikipedia.org>

github.com/OxCGRT, (2023) Oxford Covid-19 Government Response Tracker  
[https://github.com/OxCGRT/covid-policy-dataset/blob/main/documentation\\_and\\_codebook.md](https://github.com/OxCGRT/covid-policy-dataset/blob/main/documentation_and_codebook.md)

<https://www.who.int/>

## Παράρτημα

### Γραφική Παράσταση BoxPlot

Η γραφική παράσταση BoxPlot, χρησιμοποιεί πλαίσιο για να απεικονίσει την κατανομή αριθμητικών δεδομένων. Το χρωματιστό πλαίσιο περιλαμβάνει το 50% (ενδοτεταρτημόριο) των δεδομένων (δηλαδή το 25% των δεδομένων βρίσκονται πάνω από το άνω άκρο του "κουτιού" και το 25% κάτω από το κάτω άκρο του) έτσι ώστε να παρέχεται μια συνολική εικόνα της κατανομής και της διακύμανσης των δεδομένων. Η οριζόντια γραμμή μέσα στο ορθογώνιο πλαίσιο που αντιπροσωπεύει το "κουτί" αναπαριστά τη διάμεσο (median) των δεδομένων. Η διάμεσος είναι η τιμή που χωρίζει το σύνολο των δεδομένων στη μέση, δηλαδή το 50% των δεδομένων βρίσκονται πάνω από αυτήν και το άλλο 50% κάτω από αυτήν. Οι κάθετες γραμμές επεκτείνονται από το πλαίσιο για να καταγράψουν το εύρος των υπόλοιπων δεδομένων, μέχρι τα πιο απομακρυσμένα. Η απόσταση μεταξύ των άκρων του «κουτιού» ονομάζεται interquartile range (IQR). (atlassian.com)

### Συνολικά Δεδομένα Εμβολιασμών

Χώρες	Συνολικοί Εμβολιασμοί (καταγεγραμμένοι μέχρι την αναγραφόμενη ημερομηνία)	Ατομα που εμβολιάστηκαν πλήρως	Ατομα που εμβολιάστηκαν με τουλάχιστον μια δόση	Συνολικές δόσεις ανά 100	Ατομα που εμβολιάστηκαν με πλήρως ανά 100	Ατομα που εμβολιάστηκαν με τουλάχιστον μια extra δόση ανά 100	Ημερομηνία πρώτου εμβολιασμού
ΗΠΑ	668.882.018 (1 Ιουν. 2023)	227.948.938	267.321.711	202,08	68,18	35,23	14 Δεκ. 2020
Κίνα	3.516.880.717 (19 Απρ. 2023)	1.284.479.582	1.318.026.807	239,03	87,3	56,69	22 Ιουλ. 2020
Ινδία	2.206.773.886 (17 Οκτ 2023)	952.127.942	1.025.830.791	159,91	69	16,58	16 Ιαν. 2021
Γαλλία	158.060.078 (8 Ιουλ. 2023)	53.189.148	54.677.676	234,8	78,37	60,47	23 Δεκ. 2020
Γερμανία	193.241.457 (2 Σεπ. 2023)	63.566.137	64.868.618	232,4	76,37	62,65	23 Δεκ. 2020
Βραζιλία	513.329.718 (1 Ιουν. 23)	171.459.392	188.746.389	241,5	80,66	51,93	12 Ιαν. 2021
Κορέα	135.927.574 (3 Σεπ. 2023)	44.288.342	44.698.288	265,13	86,38	65,62	26 Φεβ. 2021
Ιαπωνία	409.826.682 (2 Οκτ. 2023)	103.388.112	104.707.550	324,03	81,75	68,49	17 Φεβ. 2021
Ιταλία	150.322.633 (30 Σεπ. 2023)	49.484.658	50.581.361	252	83,83	76,09	23 Δεκ. 2020
Ηνωμένο βασίλειο	151.248.820 (10 Σεπ. 2022)	50.762.968	53.813.491	22,8	75,45		21 Δεκ. 2020
Ρωσία	50.762.968 (26 Σεπ. 2023)	79.702.396	89.081.596	128,04	54,93		
Τουρκία	139.694.693 (28 Ιαν. 2023)	50.670.345	50.974.980		59,77	32,91	

Συνολικοί Εμβολιασμοί	Άτομα που εμβολιάστηκαν πλήρως	Άτομα που εμβολιάστηκαν με τουλάχιστον μια δόση	Συνολικές δόσεις ανά 100	Άτομα που εμβολιάστηκαν πλήρως ανά 100	Άτομα που εμβολιάστηκαν με τουλάχιστον μια extra δόση ανά 100	Ημερομηνία πρώτου εμβολιασμού
668.882.018 (1 Ιουν. 2023)	227.948.938	267.321.711	202,08	68,18	35,23	14 Δεκ. 2020
513.329.718 (1 Ιουν. 23)	171.459.392	188.746.389	241,5	80,66	51,93	12 Ιαν. 2021
2.206.773.886 (17 Οκτ. 2023)	952.127.942	1.025.830.791	159,91	69	16,58	16 Ιαν. 2021
50.762.968 (26 Σεπ. 2023)	79.702.396	89.081.596	128,04	54,93		
222.226.293 (1 Ιουν. 2023)	81.346.379	96.727.823	172,36	63,09	44,22	24 Δεκ. 2020
151.248.820 (10 Σεπ. 2022)	50.762.968	53.813.491	22,8	75,45		21 Δεκ. 2020
89.593.907 (1 Ιουν. 2023)	28.654.963	30.487.563	271,73	86,91	67,16	9 Φεβ. 2021
150.322.633 (30 Σεπ. 2023)	49.484.658	50.581.361	252	83,83	76,09	23 Δεκ. 2020
193.241.457 (2 Σεπ. 2023)	63.566.137	64.868.618	232,4	76,37	62,65	23 Δεκ. 2021
158.060.078 (8 Ιουλ. 23)	53.189.148	54.677.676	234,8	78,37	60,47	23 Δεκ. 2021
448.192.472 (17 Οκτ. 2023)	174.958.797	203.877.425	163,86	63,97	25,36	13 Ιαν. 2021
155.445.801 (14 Αυγ. 2023)	58.582.625	65.194.977	185,07	69,75	34,02	9 Φεβ. 2021

Χώρες	Συνολικοί Εμβολιασμοί	Άτομα που εμβολιάστηκαν πλήρως	Άτομα που εμβολιάστηκαν με τουλάχιστον μια δόση	Συνολικές δόσεις ανά 100	Άτομα που εμβολιάστηκαν πλήρως ανά 100	Άτομα που εμβολιάστηκαν με τουλάχιστον μια extra δόση ανά 100	Ημερομηνία πρώτου εμβολιασμού
Κύπρος	1.858.992 (16 Σεπ. 2023)	656.139	669.230	209,3	72,53	55,88	23 Δεκ. 2020
Σαν Μαρίνο	69.338 (21 Μάη 2022)	23.633	26.357	204,3	70,03	57,34	24 Φεβ. 2021
Μπρουνέι	1.293.100 (29 Ιουν. 2023)	446.714	451.149	255,58	102,11	77,83	3 Απρ. 21
Νήσοι Φερόε	103.894 (17 Φεβ. 2023)	40.895	41.715	212,61	83,69	43,56	
Αυστρία	20.403.676 (1 Ιουλ. 23)	6.682.372	6.899.873	229,2	74,42	60,21	30 Δεκ. 2020
Νότια Κορέα	135.927.574 (3 Σεπ 2023)	44.288.342	44.698.288	265,13	86,38	65,62	26 Φεβ. 2021
Σλοβενία	2.993.446 (30 Σεπ. 2023)	1.187.389	1.217.608	142,8	56,35	30,68	23 Δεκ. 2020
Ανδόρα	157.072 (23 Σεπ. 2023)	53.501	57.913	203,3	67,69	54,4	20 Ιαν. 2021
Τζέρσει	266.953 (28 Ιαν. 2023)	81.882	84.365	247,65	75,96	68,33	
Λουξεμβούργο	1.337.942 (30 Σεπ. 23)	462.732	469.286	213,7	71,7	57,1	30 Δεκ. 2020
Μαρτίκ	401.816 (1 Ιουν. 2023)	145.536	150.795	107,08	38,78	24,76	
Γιλβραταρ	132.810	41.465	42.175	394,2	123,07	145,94	

Χώρες	Συνολικοί Εμβολιασμοί	Άτομα που εμβολιάστηκαν πλήρως	Άτομα που εμβολιάστηκαν με τουλάχιστον μια δόση	Συνολικές δόσεις ανά 100	Άτομα που εμβολιάστηκαν πλήρως ανά 100	Άτομα που εμβολιάστηκαν με τουλάχιστον μια extra δόση ανά 100	Ημερομηνία πρώτου εμβολιασμού
Περου	89.593.907 (1 Ιουν. 2023)	28.654.963	30.487.563	271,73	86,91	67,16	9 Φεβ. 21
Βουλγαρία	4.618.931 (23 Σεπ. 2023)	2.080.324	2.108.544	66,4	30,42	12,18	30 Δεκ. 2020
Ουγγαρία	16.570.818 (30 Σεπ. 2023)	6.152.042	6.358.690	169,6	63,49	39,93	23 Δεκ. 2020
Βοσνία	1.924.950 (28 Ιαν. 2022)	846.080	943.394			25,87	
Β. Μακεδονία	1.862.987 (2 Μάη 2023)	838.181	854.570	89,4	39,85	7,68	17 Φεβ. 2021
Κροατία	5.435.966 (30 Σεπ. 2023)	2.246.622	2.320.278	134	58,17	25,79	23 Δεκ. 2020
Σλοβενία	2.993.446 (30 Σεπ. 2023)	1.187.389	1.217.608	142,8	56,35	30,68	23 Δεκ. 2020
Γεωργία	2.739.270 (27 Μάη 2023)	1.187.212	1.300.867	68,7	31,59	6,68	17 Μαρ. 2021
Μαυροβούνιο	523.735 (3 Δεκ. 2022)	251.583	272.152	83,4	40,07		24 Φεβ. 2021
Τσεχία	18.618.084 (30 Σεπ. 2023)	6.887.986	6.972.320	174,1	65,5	41,52	23 Δεκ. 2020
Σλοβακία	7.222.567 (30 Σεπ. 2023)	2.791.711	2.840.027	132,3	51,37	31,03	23 Δεκ. 2020
Λετονία	2.979.624 (12 Αυγ. 2023)	1.304.787	1.344.386	156,2	69,56	29,37	30 Δεκ. 2020

## Κώδικας Σχημάτων

Η δημιουργία των σχημάτων στην παρούσα διπλωματική εργασία γίνεται με τη χρήση της διαδεδομένης γλώσσας προγραμματισμού R, στο περιβάλλον RStudio, version 2024.4.2.764. Παρακάτω παρουσιάζεται ο κώδικας, ο οποίος συντάχθηκε ώστε να δημιουργηθούν τα σχήματα. Για τη δημιουργία των σχημάτων χρησιμοποιήθηκαν διάφορες βιβλιοθήκες που παρέχει η R, μερικές από αυτές είναι οι tidyverse, ggplot2, covid19.analytics, deSolve, tidyr, dplyr, reshape2, gridExtra, RColorBrewer, patchwork. Για την συνάρτηση generate.SIR.model (βιβλιοθήκης covid19.analytics), η οποία χρησιμοποιήθηκε Κεφάλαιο 6, υπάρχει documentation πληκτρολογώντας την εντολή help της R.

Στην αρχή του εκάστοτε κώδικα αναγράφεται η ονομασία των αρχείων δεδομένων μορφής xlsx, τα οποία έχουν γίνει import στο RStudio. Ορισμένα από αυτά τα αρχεία προτού το import έχουν παραμετροποιηθεί κατάλληλα (χωρίς να επηρεάζεται η ακεραιότητα των δεδομένων), ώστε η διαχείρισή τους από τον κώδικα να φέρει τα επιθυμητά αποτελέσματα. Στην περιγραφή κάθε σχήματος της εργασίας, αναφέρεται η πηγή ή ιστοσελίδα από όπου αντλήθηκαν τα αρχεία των δεδομένων.

Στα πλαίσια όπου εμφανίζεται η λέξη «Αντίστοιχα», σημαίνει ότι και τα υπόλοιπα σχήματα δημιουργήθηκαν με παρόμοιο κώδικα με μόνες αλλαγές στις τιμές καταχώρησης (input values).

---

### #Σχήμα 2.10 (Αντίστοιχα Σχήμα 2.3)

```
WHO_COVID_19_global_data_weekly %>% filter(WHO_region != 'NA' & Date_reported < "2023-11-04") %>%
mutate(New_deaths = replace(New_deaths, is.na(New_deaths), 0)) %>% group_by(WHO_region) %>%
summarise(total = sum(New_deaths)) %>% ggplot(aes(x = reorder(WHO_region, -total), y = total, fill =
WHO_region)) +
geom_bar(stat = "identity", color = "black", position = position_dodge()) + geom_text(aes(label= total), vjust=1.6,
color="white", position = position_dodge(0.9), size=2.3) +
scale_y_continuous(labels = scales::comma_format(scale = 1e-6, suffix = "M")) + labs(title = "Συνολικοί Θάνατοι
ανά Παγκόσμια Γεωγραφική Περιοχή", x = "", y = "") +
theme_minimal() + theme(plot.title = element_text(size = 10, face = "bold", hjust = 0.5)) + scale_x_discrete(labels =
c("AFRO" = "Αφρική", "AMRO" = "Αμερική", "EMRO" = "Αν.Μεσόγειος",
"EURO" = "Ευρώπη",
"SEARO" = "ΝΑ Ασία",
"WPRO" = "Δ.Ειρηνικός")) +
scale_fill_manual(values = c("AFRO" = "#de2d26",
"AMRO" = "#fec44f",
"EMRO" = "#31a354",
"EURO" = "#add8e",
"SEARO" = "#3182bd",
"WPRO" = "#c51b8a")) +
guides(fill = FALSE)
```

---

---

### #Σχήμα 2.26 (Αντίστοιχα Σχήμα 2.17 έως 2.27)

```
piepercent <- round(100*y/sum(y), 1)

labels_with_percent <- paste(piepercent, "%", sep = " ")

pie(y, labels = labels_with_percent,
main = "Απεικόνιση Συνολικών Ποσοστών Πληθυσμού \ηόπου Δεν Νόσησε/Νόσησε/Απεβίωσε σε Σλοβακία",
col = c("#edf8b1", "#2c7fb8", "firebrick1"))

legend("topright", c("Δεν Μολύνθηκαν", "Μολύνθηκαν", "Απεβίωσαν"), cex = 0.8,
fill = c("#edf8b1", "#2c7fb8", "firebrick1"))
```

---

---

### #Σχήμα 2.9 (Αντίστοιχα Σχήμα 2.4-2.9 & 2.11-2.16)

```
WHO_COVID_19_global_data_weekly %>%
  filter(WHO_region %in% c("AFRO")) %>%
  mutate(New_cases = replace(New_cases, is.na(New_cases),0)) %>%
  group_by(Date_reported) %>%
  summarise(total =sum(New_cases)) %>%
  ggplot(aes(x = Date_reported,
            y = total))+
  geom_col(color = "#de2d26") +
  scale_y_continuous(labels = scales::comma_format(scale = 1e-3, suffix = "K"))+
  scale_x_date(date_breaks = "6 month", date_labels = "%Y-%m",
              limits = as.Date(c("2020-01-01", "2023-11-04")))+
  labs(title = "Αφρική",
       x = "",
       y = "") +
  theme_minimal() +
  theme(plot.title = element_text(size = 10, face = "bold", hjust = 0.5))
```

---

---

### #Σχήμα 2.28 (Αντίστοιχα Σχήμα 2.29)

```
Balkan2kef_plotR %>%
  filter(total_cases_per_100000 != 'NA' & countries != 'Γιβραλτάρ') %>%
  mutate(total_cases_per_100000 = round(total_cases_per_100000, 3)) %>%
  ggplot(aes(x = reorder(countries,-total_cases_per_100000),
            y = total_cases_per_100000))+
  scale_y_continuous(breaks = seq(0, 80000, by = 20000))+
  geom_bar(stat = "identity", color = "skyblue", fill='steelblue', position = position_dodge())+
  geom_text(aes(label= total_cases_per_100000), vjust=1.6, color="black",
           position = position_dodge(0.9), size=2.5, angle=45, hjust = 0.7)+
  labs(title = "Συνολικά κρούσματα ανά 100.000 πληθυσμό",
       fill = "countries",
       x = "",
       y = "")+
  theme(axis.text.x=element_text(angle=45, hjust=1))+
  theme(panel.background = element_rect(fill = "white"))+
  theme(plot.title = element_text(face = "bold", size = 13))
```

---



---

### #Σχήμα 2.30 (Αντίστοιχα 2.31-2.33)

```
Balkan2kef_plotR %>%
  filter(people_vaccinated_with_a_complete_primary_series_per100 != 'NA' & countries != 'Γιβραλτάρ') %>%
  mutate(people_vaccinated_with_a_complete_primary_series_per100 =
round(people_vaccinated_with_a_complete_primary_series_per100, 3)) %>%
  ggplot(aes(x = reorder(countries,-people_vaccinated_with_a_complete_primary_series_per100),
  y = people_vaccinated_with_a_complete_primary_series_per100))+
  geom_bar(stat = "identity", color = "skyblue", fill='steelblue', position = position_dodge())+
  geom_text(aes(label= people_vaccinated_with_a_complete_primary_series_per100), vjust=1.6, color="white",
  position = position_dodge(0.9), size=2.3)+
  labs(title = "",
  fill = "countries",
  x = "",
  y = "")+
  theme(axis.text.x=element_text(angle=45, hjust=1))+
  theme(panel.background = element_rect(fill = "white"))
```

---

### #Σχήμα 3.34

```
gather_filtered_vaccination_columns %>%
  filter(!(countries %in% c("Σερβία", "Βοσνία", "Κόσοβο", "Μαυροβούνιο"))) %>%
  ggplot(aes(x = reorder(countries,-numbers),
  y = numbers,
  fill = vaccinations))+
  scale_y_continuous(breaks = seq(0, 300, by = 30))+
  geom_bar(stat = "identity", color = "black", position = position_dodge())+
  scale_fill_manual(values = c('#D9AF6B', '#AF6458', '#526A83', '#68855C'),
  labels = c("people_vaccinated_with_a_complete_primary_series_per100" = "Πλήρως εμβολιασμένοι",
  "people_vaccinated_with_at_least_one_additional_dose_per100" = "Εμβολιασμένοι με
επιπλέον δόσεις",
  "people_vaccinated_with_at_least_one_dose_per100" = "Εμβολιασμένοι με τουλάχιστον μία
δόση",
  "vaccinations_per_100" = "Συνολικοί εμβολιασμοί")) +
  labs(title = "Δεδομένα Εμβολιαστικής Κάλυψης",
  fill = "Στατιστικά ανά 100 πληθυσμό",
  x = "",
  y = "")+
  theme(axis.text.x=element_text(angle=45, hjust=1))+
  theme(panel.background = element_rect(fill = "white"))+
  theme(legend.key.size = unit(0.2, "cm"))+
  theme(legend.position = c(.77, .80))+
  theme(plot.title = element_text(face = "bold", size = 13))
```

---

---

## #Σχήμα 2.35

```
Balkan2kef_plotR %>%
  filter(vaccinations_per_100 != 'NA' & countries != 'Γιβραλτάρ') %>%
  mutate(mortality_100 = round(mortality_100, 3)) %>%
  ggplot(aes(x = reorder(countries,-mortality_100),
             y = mortality_100,
             fill = vaccinations_per_100_rate))+
  geom_bar(stat = "identity", position = position_dodge())+
  scale_fill_manual(values = c("Bigger200"="#002699", "Between200-100"="#0072B2", "Smaller100" =
"#8ED1FC"),
                  breaks = c("Bigger200", "Between200-100", "Smaller100"),
                  labels = c("Bigger200" = "Αριθμός χορηγούμενων δόσεων > 200",
                             "Between200-100" = "Αριθμός χορηγούμενων δόσεων μεταξύ 100-200",
                             "Smaller100" = "Αριθμός χορηγούμενων δόσεων < 100")) +
  geom_text(aes(label= mortality_100), vjust=1.6, color="white",
            position = position_dodge(0.9), size=3.0)+
  labs(title = "Ποσοστά θνητότητας ανά χώρα",
       fill = "Συνολικές δόσεις εμβολιασμού ανά 100 άτομα", x = "", y = "Θνητότητα %")+
  theme(axis.text.x=element_text(angle=45, hjust=1))+
  theme(panel.background = element_rect(fill = "white"))+
  theme(legend.key.size = unit(0.2, "cm"))+
  theme(legend.position = c(.77, .80))+
  theme(plot.title = element_text(face = "bold", size = 13))
```

---

## #Σχήμα 2.36 (Παρόμοια με Σχήμα 2.37-2.38)

```
Balkan2kef_plotR %>%
  filter(vaccinations_per_100 != 'NA' & people_vaccinated_with_a_complete_primary_series_per100 != 'NA' &
countries != 'Γιβραλτάρ') %>%
  mutate(mortality_100 = round(mortality_100, 3),
         people_vaccinated_with_a_complete_primary_series_per100 =
round(people_vaccinated_with_a_complete_primary_series_per100, 3)) %>%
  ggplot(aes(x = mortality_100,
             y = people_vaccinated_with_a_complete_primary_series_per100,
             color = countries))+
  geom_point()+
  geom_smooth(method = "lm", se = FALSE, formula = y ~ splines::bs(x, 3), aes(color = NULL)) +
  geom_text(aes(label = countries), size = 2.5, vjust = -0.5, hjust = 0.7)+
  labs(title = "Απεικόνιση ποσοτών θνητότητας με πλήρως εμβολιασμένους ανά 100 άτομα",
       color = "Χώρες",
       x = "Θνητότητα %",
       y = "Αριθμός πλήρως εμβολιασμένων ανά 100 πληθυσμό")+
  theme_minimal()+
  theme(legend.position = "none")
```

---

## #Σχήμα 2.39

```
Balkan2kef_plotR %>%  
  filter(vaccinations_per_100 != 'NA' & gdp_20_23 != 'NA' & countries != 'Γιβραλτάρ') %>%  
  mutate(mortality_100 = round(mortality_100, 3),  
         gdp_20_23 = round(gdp_20_23, 3)) %>%  
  ggplot(aes(x = mortality_100,  
            y = gdp_20_23,  
            color = countries,  
            size = vaccinations_per_100_rate))+  
  geom_point(alpha=0.5)+  
  labs(title = "Συσχέτιση ΑΕΠ ανά κάτοικο Σ.Δ. Εμβολιασμού και Θνητότητας",  
       color = "Χώρες",  
       size = "Δόσεις Εμβολιασμού ανά 100",  
       x = "Θνητότητα %",  
       y = "Μέσος όρος ΑΕΠ ανά κάτοικο τα έτη 2020 έως 2023")+  
  theme_minimal()+  
  guides(color = guide_legend(ncol = 2))
```

---

---

## #Σχήμα 3.1 (Ανίστοιχα Σχήμα 3.2 και Σχήμα 3.26)

```
WHO_COVID_19_global_data_weekly %>%  
  filter(Country %in% c("Italy", "Spain", "Portugal", "Greece")) %>%  
  mutate(New_cases = replace(New_cases, is.na(New_cases), 0)) %>%  
  ggplot(aes(x = Date_reported,  
            y = New_cases))+  
  geom_line(color = "#3182bd", size = 0.5) +  
  scale_y_continuous(labels = scales::comma_format(scale = 1e-3, suffix = "K"))+  
  geom_ribbon(aes(ymin = 0, ymax = New_cases), fill = "#9ecae1", alpha = 0.4) +  
  labs(title = "Νέα κρούσματα κατά την διάρκεια COVID-19",  
       x = "",  
       y = "") +  
  theme_minimal() +  
  theme(plot.title = element_text(size = 10, face = "bold", hjust = 0.5))+  
  facet_wrap(~Country, scales = "free")
```

---

---

### #Σχήμα 3.3

```
WHO_COVID_19_global_data_weekly %>%
  filter(Country %in% c("Greece", "Spain", "Italy", "Portugal", "Malta", "Slovenia", "Slovakia",
    "Bulgaria", "Croatia", "Cyprus", "Romania") )%>%
  mutate(Cumulative_cases = replace(Cumulative_cases, is.na(Cumulative_cases), 0)) %>%

  ggplot(aes(x = Date_reported,
    y = Cumulative_cases,
    fill = Country))+
  geom_area()+
  scale_x_date(date_breaks = "4 month", date_labels = "%d-%b-%Y") +
  scale_fill_manual("", values = c(brewer.pal(name = "Paired", n = 12)[c(1:10,12)], "grey")) +
  scale_y_continuous(labels = scales::comma_format()) +
  theme_classic(base_size = 14) +
  theme(axis.text.x = element_text(angle = 30, hjust = 1),
    legend.position = "bottom")+
  labs(title = "", x = "", y = "", fill = "")
```

---

### #Σχήμα 3.4 (Αντίστοιχα Σχήμα 3.25)

```
owid_covid_data%>%
  filter(total_cases_per_million != 'NA' & location %in% c("Italy",
    "Spain", "Portugal", "Greece", "Romania", "Slovakia",
    "Slovenia", "Cyprus", "Malta", "Bulgaria", "Croatia") )%>%

  ggplot() +
  geom_line(aes(x = date, y = total_cases_per_million, color = factor(location) ), size = 0.9) +
  stat_summary(aes(x = date, y = total_cases_per_million), fun = "mean", geom = "line", linetype = "dashed", size = 0.8) +
  labs(title = 'Αθροιστικά Κρούσματα σε Αναλογία με 1.000.000 Πληθυσμό',
    color = "Χώρα",
    x = "",
    y = "") +
  scale_x_date(date_breaks = "6 month", date_labels = "%Y-%m",
    limits = as.Date(c("2020-03-22", "2023-05-01"))) +
  scale_y_continuous(labels = scales::comma_format(scale = 1e-3, suffix = "K"))+
  theme_minimal()+
  scale_color_manual(values = c("Italy" = "#2ca25f",
    "Spain" = "#feb24c", "Portugal" = "#de2d26",
    "Greece" = "#2c7fb8", "Romania" = "#ffeda0",
    "Malta" = "#fa9fb5", "Slovenia" = "#7fcdbb",
    "Slovakia" = "#c51b8a", "Cyprus" = "#fee0d2",
    "Bulgaria" = "#636363", "Croatia" = "#4E648E"))+
  theme(legend.position = c(0.12, 0.56),
    legend.box.background = element_rect(color = "grey", size = 0.2))+
  theme(axis.text.x = element_text(size = 6.5),
    plot.title = element_text(size = 11))
```

---

---

### #Σχήμα 3.6

```
owid_covid_data %>%
  filter(new_tests_smoothed != 'NA' & new_cases_smoothed != 'NA' &
         location %in% c("Greece", "Slovakia")) %>%
  mutate(new_cases_smoothed = replace(new_cases_smoothed, is.na(new_cases_smoothed), 0)) %>%
  mutate(new_tests_smoothed = replace(new_tests_smoothed, is.na(new_tests_smoothed), 0)) %>%
  mutate(new_deaths_smoothed = replace(new_deaths_smoothed, is.na(new_deaths_smoothed), 0)) %>%
  ggplot() +
  geom_line(aes(x = date,
               y = new_cases_smoothed,
               colour = "new_cases_smoothed"), size = 1) +
  geom_line(aes(x = date,
               y = new_tests_smoothed,
               colour = "new_tests_smoothed"), size = 1) +
  geom_line(aes(x = date,
               y = new_deaths_smoothed,
               colour = "new_deaths_smoothed"), size = 1) +
  scale_color_manual(name = "", values = c("blue", "red", "green"), labels = c("Κρούσματα", "Θάνατοι", "Tests")) +
  facet_wrap(location~.) +
  labs(title = "Συσχέτιση Κρουσμάτων-Tests", x = "", y = "") +
  theme(legend.position = "bottom") + scale_y_continuous(position = "right", labels = scales::comma_format())
```

---

### #Σχήμα 3.7

```
owid_covid_data %>%
  filter(location %in% c("Cyprus", "Malta", "Romania", "Slovenia", "Slovakia",
                       "Italy", "Spain", "Greece", "Portugal", "Bulgaria")) %>%
  mutate(new_cases = replace(new_cases, is.na(new_cases), 0)) %>%
  filter(new_cases != 0) %>%
  mutate(population = replace(population, is.na(population), 0)) %>%
  mutate(prevalence = ifelse(population == 0, 0, (new_cases / population) * 100)) %>%
  mutate(year = year(date)) %>%
  filter(year != '2024') %>%
  ggplot(aes(x = date, y = prevalence, color = location))
+ geom_line(size = 1) +
  labs(title = paste("Τάση του Επιπολασμού για κάθε Χώρα"),
       color = "", x = "", y = "") +
  scale_x_date(date_breaks = "1 year", date_labels = "%Y") +
  theme_minimal() +
  scale_color_manual(values = c("Italy" = "#2ca25f", "Spain" = "#feb24c", "Portugal" = "#de2d26", "Greece" =
"#2c7fb8",
                               "Romania" = "#edf8b1", "Malta" = "#fa9fb5", "Slovenia" = "#7fcdbb", "Slovakia" = "#c51b8a",
                               "Cyprus" = "#fee0d2", "Bulgaria" = "#636363")) +
  theme(legend.position = c(0.75, 0.12),
       legend.box.background = element_rect(color = "grey", size = 0.2)) +
  facet_wrap(~location, scales = "free") +
  guides(color = guide_legend(ncol = 3))
```

---

---

### #Σχήμα 3.8

```
owid_covid_data %>%
  filter(location %in% c("Cyprus", "Malta", "Romania", "Slovenia", "Slovakia",
    "Italy", "Spain", "Greece", "Portugal", "Bulgaria")) %>%
  mutate(new_cases = replace(new_cases, is.na(new_cases), 0)) %>%
  filter(new_cases != 0) %>%
  mutate(population = replace(population, is.na(population), 0)) %>%
  mutate(prevalence = ifelse(population == 0, 0, (new_cases / population) * 100)) %>%
  mutate(year = year(date)) %>%
  filter(year != '2024') %>%
  ggplot() +
  geom_line(aes(x = date,
    y = prevalence,
    color = location ), size = 0.8) +
  stat_summary(aes(x = date, y = prevalence), fun = "mean", geom = "line", linetype = "dashed", size = 1.0) +
  labs(title = paste("Τάση του Επιπολασμού για κάθε Χώρα"),
    color = "Χώρες", x = "", y = "") +
  scale_x_date(date_breaks = "6 month", date_labels = "%Y-%m") +
  theme_minimal() +
  scale_color_manual(values = c("Italy" = "#2ca25f", "Spain" = "#feb24c", "Portugal" = "#de2d26", "Greece" =
    "#2c7fb8",
    "Romania" = "#edf8b1", "Malta" = "#fa9fb5", "Slovenia" = "#7fcdbb",
    "Slovakia" = "#c51b8a", "Cyprus" = "#fee0d2", "Bulgaria" = "#636363")) +
  theme(legend.position = c(0.9, 0.55),
    legend.box.background = element_rect(color = "grey", size = 0.2))
```

---

### #Σχήμα 3.13

```
WHO_COVID_19_global_data_weekly %>%
  filter(Country %in% c("Malta", "Slovenia", "Slovakia",
    "Bulgaria", "Cyprus", "Romania")) %>%
  mutate(New_cases = replace(New_cases, is.na(New_cases), 0)) %>%
  mutate(year = format(as.Date(Date_reported), "%Y"),
    month = format(as.Date(Date_reported), "%m")) %>%
  filter(year != "2024") %>%
  group_by(year, month, Country) %>%
  summarise(total = sum(New_cases)) %>%
  ggplot(aes(x = factor(month, labels = month.abb),
    y = total,
    fill = year)) +
  geom_col(position = "dodge") +
  scale_y_continuous(labels = scales::comma_format(scale = 1e-3, suffix = "K")) +
  labs(title = "Εξέλιξη των Κρουσμάτων κατά τους Μήνες στις Υπόλοιπες Χώρες", x = "", y = "", fill = "Ετος") +
  theme_minimal() +
  theme(axis.text.x = element_text(size = 8, angle = 45, hjust = 1)) +
  facet_wrap(~Country, scales = "free") +
  guides(fill = FALSE)
```

---

---

### #Σχήμα 3.9 (Αντίστοιχα Σχήμα 3.10 έως 3.12)

```
om1<-owid_covid_data %>%
filter(location == "Italy") %>%
mutate(new_cases = replace(new_cases, is.na(new_cases),0)) %>%
mutate(year = format(as.Date(date), "%Y"),
       month = format(as.Date(date), "%m")) %>%
filter(year != "2024")%>%
group_by(year,month) %>%
summarise(total =sum(new_cases)) %>%
ggplot(aes(x = factor(month, labels = month.abb),
          y = total,
          fill = year))+
geom_col(position = "dodge") +
scale_y_continuous(labels = scales::comma_format(scale = 1e-3, suffix = "K"))+
labs(
  title = "Εξέλιξη των Κρουσμάτων κατά τους Μήνες στην Ιταλία", x = "", y = "", fill = "Έτος")+
theme_minimal()+
theme(legend.position = c(0.95, 0.8),
      legend.box.background = element_rect(color = "grey", size = 0.2))+
theme(axis.text.x = element_text(size = 10, angle = 45, hjust = 1))

om2<-owid_covid_data %>%
filter(location == "Italy") %>%
mutate(new_cases = replace(new_cases, is.na(new_cases),0)) %>%
mutate(year = format(as.Date(date), "%Y"),
       month = format(as.Date(date), "%m")) %>%
filter(year %in% c("2020", "2021", "2022", "2023"))%>%
ggplot(aes(x = factor(month, labels = month.abb),
          y = new_cases,
          fill = year))+
geom_boxplot(outlier.shape = NA) +
scale_y_continuous(labels = scales::comma_format(scale = 1e-3, suffix = "K"))+
labs(
  title = "",
  x = "",
  y = "",
  fill = "Έτος")+
theme_minimal()+
facet_wrap(~year, scales = "free")+
guides(fill = FALSE)+
theme(axis.text.x = element_text(size = 6.5, angle = 55, hjust = 1))

library(gridExtra)
grid.arrange(om1, om2,ncol = 2)
```

---

---

### #Σχήμα 3.22 (Αντίστοιχα 3.14 έως 3.21)

```
age3<-perAge%>%
  filter(country == "Malta") %>%
  mutate(rate_14_day_per_100k = replace(rate_14_day_per_100k, is.na(rate_14_day_per_100k),0)) %>%
  mutate(year_week = as.Date(paste0(year_week, "1"), format = "%Y%U%u")) %>%
  group_by(age_group) %>%
  mutate(sum_rate_14_day_per_100k = cumsum(rate_14_day_per_100k))%>%
  ggplot(aes(x = year_week,y = sum_rate_14_day_per_100k, color = factor(age_group) )) +
  geom_line(size = 0.8) +
  labs(title =paste("Αθροιστικά Ποσοστά Νέων Κρουσμάτων "), color = "", x = "", y = "") +
  scale_y_continuous(position = "right", breaks = NULL) +
  scale_x_date(date_breaks = "6 month", date_labels = "%Y-%m",
    limits = as.Date(c("2020-09-22", "2023-05-01")))) +
  theme_minimal()+
  guides(color = FALSE)+
  theme(axis.text.x = element_text(size = 6.5), plot.title = element_text(size = 11, hjust = 0.5))

age2<-perAge%>%
  filter(country == "Malta") %>%
  mutate(year_week = as.Date(paste0(year_week, "1"), format = "%Y%U%u")) %>%
  mutate(newCasesPerPopulation = ifelse(population==0, 0, (new_cases / population)* 100 ))%>%
  ggplot(aes(x = year_week,y = newCasesPerPopulation, color = factor(age_group) )) +
  geom_line(size = 0.8) +
  labs(title =paste("Ποσοστά Νέων Κρουσμάτων προς", "\n", "Πληθυσμό κάθε Ηλικιακής Ομάδας"),
    color = "", x = "", y = "") +
  scale_x_date(date_breaks = "6 month", date_labels = "%Y-%m",
    limits = as.Date(c("2020-09-22", "2023-05-01")))) +
  theme_minimal()+
  guides(color = FALSE)+
  theme(axis.text.x = element_text(size = 6.5), plot.title = element_text(size = 11, hjust = 0.5))

age1<-perAge%>%
  filter(country == "Malta") %>%
  mutate(year_week = as.Date(paste0(year_week, "1"), format = "%Y%U%u")) %>%
  ggplot(aes(x = year_week,y = new_cases, color = factor(age_group) )) +
  geom_line(size = 0.8) +
  labs(title = 'Μάλτα: Κρούσματα ανά Ηλικία', color = "Ηλικιακή Ομάδα", x = "", y = "") +
  scale_y_continuous(labels = scales::comma_format(scale = 1e-3, suffix = "K"))+
  scale_x_date(date_breaks = "6 month", date_labels = "%Y-%m",
    limits = as.Date(c("2020-09-22", "2023-05-01")))) +
  theme_minimal()+
  theme(legend.position = c(1.4, 0.55),
    legend.box.background = element_rect(color = "grey", size = 0.2))+
  theme(axis.text.x = element_text(size = 6.5), plot.title = element_text(size = 11))

grid.arrange(age1, NULL, age2, age3, nrow = 2, widths = c(1.35, 1))
```

---



---

### #Σχήμα 3.23

```
perAge%>%
  filter(country %in% c("Italy", "Spain", "Portugal", "Greece", "Romania", "Slovakia",
    "Slovenia", "Cyprus", "Malta")) %>%
  mutate(rate_14_day_per_100k = replace(rate_14_day_per_100k, is.na(rate_14_day_per_100k), 0)) %>%
  mutate(year_week = as.Date(paste0(year_week, "1"), format = "%Y%U%u")) %>%
  group_by(country, age_group) %>%
  mutate(sum_rate_14_day_per_100k = cumsum(rate_14_day_per_100k)) %>%
  ggplot(aes(x = year_week, y = sum_rate_14_day_per_100k, color = factor(country))) +
  geom_line(size = 0.8) +
  labs(title = paste("Σύγκριση Αθροιστικών Ποσοστών Κρουσμάτων ανά Χώρα και Ηλικ.Ομάδα"),
    color = "", x = "", y = "") +
  scale_y_continuous(position = "right", breaks = NULL) +
  scale_x_date(date_breaks = "1 year", date_labels = "%Y",
    limits = as.Date(c("2020-09-22", "2023-05-01"))) +
  theme_minimal()+
  scale_color_manual(values = c("Italy" = "#2ca25f", "Spain" = "#feb24c", "Portugal" = "#de2d26",
    "Greece" = "#2c7fb8", "Romania" = "#ffeda0",
    "Malta" = "#fa9fb5", "Slovenia" = "#7fcdbb",
    "Slovakia" = "#c51b8a", "Cyprus" = "#fee0d2", "Bulgaria" = "#636363"))+
  theme(legend.position = "bottom",
    legend.box.background = element_rect(color = "grey", size = 0.2))+
  facet_wrap(~age_group, scales = "free")
```

---

### #Σχήμα 3.4 (Αντίστοιχα Σχήμα 3.25)

```
owid_covid_data%>%
  filter(total_cases_per_million != 'NA' & location %in% c("Italy",
    "Spain", "Portugal", "Greece", "Romania", "Slovakia",
    "Slovenia", "Cyprus", "Malta", "Bulgaria", "Croatia")) %>%
  ggplot() +
  geom_line(aes(x = date, y = total_cases_per_million, color = factor(location)), size = 0.9) +
  stat_summary(aes(x = date, y = total_cases_per_million), fun = "mean", geom = "line", linetype = "dashed",
    size = 0.8) +
  labs(title = 'Αθροιστικά Κρούσματα σε Αναλογία με 1.000.000 Πληθυσμό', color = "Χώρα", x = "", y = "") +
  scale_x_date(date_breaks = "6 month", date_labels = "%Y-%m",
    limits = as.Date(c("2020-03-22", "2023-05-01"))) +
  scale_y_continuous(labels = scales::comma_format(scale = 1e-3, suffix = "K"))+
  theme_minimal()+
  scale_color_manual(values = c("Italy" = "#2ca25f", "Spain" = "#feb24c", "Portugal" = "#de2d26",
    "Greece" = "#2c7fb8", "Romania" = "#ffeda0", "Malta" = "#fa9fb5",
    "Slovenia" = "#7fcdbb", "Slovakia" = "#c51b8a", "Cyprus" = "#fee0d2",
    "Bulgaria" = "#636363", "Croatia" = "#4E648E"))+
  theme(legend.position = c(0.12, 0.56), legend.box.background = element_rect(color = "grey", size = 0.2))+
  theme(axis.text.x = element_text(size = 6.5),
    plot.title = element_text(size = 11))
```

---

---

### #Σχήμα 3.24

```
bh1<-daily_hospital %>%
  filter(country %in% c("Greece", "Spain", "Italy", "Portugal", "Romania", "Malta", "Slovenia",
    "Slovakia", "Cyprus", "Andora") )%>%
  filter(indicator == "Weekly new ICU admissions per 100k") %>%
  mutate(date = as.Date(date)) %>%
  ggplot(aes(x = country,
    y = value,
    fill = country))+
  geom_boxplot(outlier.shape = NA) +
  labs(
    title = "Εισαγωγές σε ΜΕΘ", x = "", y = "Ανά 100.000 Πληθυσμό", fill = "")+
  theme_minimal()+
  scale_fill_manual(values = c("Italy" = "#2ca25f",
    "Spain" = "#feb24c", "Portugal" = "#de2d26",
    "Greece" = "#2c7fb8", "Romania" = "#ffeda0",
    "Malta" = "#fa9fb5", "Slovenia" = "#7fcdbb",
    "Slovakia" = "#c51b8a", "Cyprus" = "#fee0d2",
    "Bulgaria" = "#636363"))+
  theme(legend.position = c(0.99, 0.715),
    legend.box.background = element_rect(color = "grey", size = 0.2)) +
  theme(axis.text.x = element_text(size = 6.5))

bh2<-daily_hospital %>%
  filter(country %in% c("Greece", "Spain", "Italy", "Romania", "Malta", "Slovenia",
    "Slovakia", "Cyprus", "Andora") )%>%
  filter(indicator == "Weekly new hospital admissions per 100k") %>%
  mutate(date = as.Date(date)) %>%
  ggplot(aes(x = country, y = value, fill = country))+
  geom_boxplot(outlier.shape = NA) +
  labs(
    title = "Εισαγωγές σε Νοσοκομείο", x = "", y = "", fill = "Χώρα")+
  scale_y_continuous(position = "right") +
  theme_minimal()+
  scale_fill_manual(values = c("Italy" = "#2ca25f", "Spain" = "#feb24c",
    "Portugal" = "#de2d26", "Greece" = "#2c7fb8",
    "Romania" = "#ffeda0", "Malta" = "#fa9fb5",
    "Slovenia" = "#7fcdbb", "Slovakia" = "#c51b8a",
    "Cyprus" = "#fee0d2", "Bulgaria" = "#636363"))+
  guides(fill = FALSE)+
  theme(axis.text.x = element_text(size = 6.5))

library(gridExtra)
grid.arrange(bh1, bh2, ncol = 2) #library gridExtra
```

---

---

### #Σχήμα 3.27

```
WHO_COVID_19_global_data_weekly %>%
  filter(Country %in% c("Italy", "Spain", "Greece", "Portugal", "Slovakia"
    , "Slovenia", "Cyprus", "Malta", "Romania", "Bulgaria")) %>%
  mutate(Cumulative_cases = ifelse(is.na(Cumulative_cases), 0, Cumulative_cases)) %>%
  mutate(Cumulative_deaths = ifelse(is.na(Cumulative_deaths), 0, Cumulative_deaths)) %>%
  mutate(Cumulative_mortality = ifelse(Cumulative_cases==0, 0, (Cumulative_deaths / Cumulative_cases)* 100
)) %>%
  ggplot() +
  geom_line(aes(x = Date_reported, y = Cumulative_mortality, color = Country), size = 0.8) +
  stat_summary(aes(x = Date_reported, y = Cumulative_mortality), fun = "mean", geom = "line", linetype =
"dashed", size = 1.0) +
  labs(title = "Ποσοστά Θνητότητας κατά την Πανδημία",
    color = "Χώρα",
    x = "",
    y = "(Αθροιστικοί Θάνατοι/Αθροιστικά Κρούσματα)% ") +
  scale_x_date(date_breaks = "4 month", date_labels = "%Y-%m",
    limits = as.Date(c("2020-01-26", "2023-03-01"))) +
  theme_minimal()+
  theme(legend.position = c(0.9, 0.66),
    legend.box.background = element_rect(color = "grey", size = 0.2))+
  scale_color_manual(values = c("Italy" = "#2ca25f", "Spain" = "#feb24c", "Portugal" = "#de2d26",
    "Greece" = "#2c7fb8", "Romania" = "#edf8b1", "Malta" = "#fa9fb5",
    "Slovenia" = "#7fcdbb", "Slovakia" = "#c51b8a", "Cyprus" = "#fee0d2",
    "Bulgaria" = "#636363"))
```

---

### #Σχήμα 3.28

```
WHO_COVID_19_global_data_weekly %>%
  filter(Country %in% c("Greece", "Portugal", "Italy", "Spain", "Bulgaria", "Romania", "Slovenia", "Slovakia")) %>%
  mutate(New_cases = replace(New_cases, is.na(New_cases), 0)) %>%
  mutate(New_deaths = replace(New_deaths, is.na(New_deaths), 0)) %>%
  ggplot(aes(x = New_cases,
    y = New_deaths,
    color = Country)) +
  geom_point(size = 0.8) +
  geom_smooth()+
  labs(title = "Απεικόνιση Κρουσμάτων-Θανάτων κατά την Διάρκεια της Πανδημίας",
    color = "", x = "Κρούσματα", y = "Θάνατοι") +
  scale_x_continuous(labels = scales::number_format(scale = 1e-3, suffix = "K")) +
  theme_minimal()+
  guides(color = FALSE)+
  scale_color_manual(values = c("Italy" = "#2ca25f", "Spain" = "#feb24c", "Portugal" = "#de2d26",
    "Greece" = "#2c7fb8", "Romania" = "#edf8b1", "Malta" = "#fa9fb5", "Slovenia" =
    "#7fcdbb", "Slovakia" = "#c51b8a", "Cyprus" = "#fee0d2", "Bulgaria" = "#636363"))+
  facet_wrap(~Country, scales = "free")
```

---

---

### #Σχήμα 3.29

```
ΑΕΠ %>%
  filter(countries %in% c("Ισπανία", "Πορτογαλία", "Ιταλία", "Ελλάδα", "Ρουμανία",
    "Κροατία", "Σλοβενία", "Βουλγαρία", "Σλοβακία"))
  & year %in% c("2019", "2020", "2021")) %>%
  mutate(year = as.Date(paste0(year, "-01-01"))) %>%
  ggplot(aes(x = year, y = life_exp, color = factor(countries))) +
  geom_line() +
  geom_text(aes(label = round(life_exp, 1)), vjust = -0.5, hjust = 0.5, size = 2.5) +
  labs(title = 'Εξέλιξη Προσδόκιμου Ζωής με την Εμφάνιση της Πανδημίας',
    x = "",
    y = "",
    color = "") +
  theme_minimal()+
  scale_x_date(date_labels = "%Y", date_breaks = "1 year") +
  theme(legend.key.size = unit(0.5, "cm"))+
  theme(legend.position = "bottom") +
  guides(color = guide_legend(ncol = 4))+
  scale_color_manual(values = c("Ιταλία" = "#2ca25f", "Ισπανία" = "#feb24c", "Πορτογαλία" = "#de2d26",
    "Ελλάδα" = "#2c7fb8", "Ρουμανία" = "#ffeda0", "Σλοβενία" = "#7fcdbb",
    "Σλοβακία" = "#c51b8a", "Βουλγαρία" = "#636363", "Κροατία" = "#4E648E"))+
  guides(color = guide_legend(ncol = 6))
```

---

### #Σχήμα 3.34 (Αντίστοιχα Σχήμα 3.30 έως 3.33)

```
owid_covid_data %>%
  filter(location %in% c("Cyprus", "Malta", "Croatia", "Romania", "Slovenia", "Slovakia")) %>%
  mutate(reproduction_rate = replace(reproduction_rate, is.na(reproduction_rate), 0)) %>%
  ggplot(aes(x = date,
    y = reproduction_rate))+
  geom_boxplot(color = "#3182bd", fill = "#9ecae1", alpha = 0.4, outlier.shape = NA) +
  geom_point(shape = 10, size = 0.3, color = "red", position = position_nudge(x = 0.1)) +
  labs(title = "",
    x = "",
    y = "") +
  theme_minimal() +
  scale_x_date(date_breaks = "1 year", date_labels = "%Y") +
  lims(x = as.Date(c(min(owid_covid_data$date), as.Date("2023-01-03")))) +
  facet_wrap(~location, scales = "free")
```

---

---

#### #Σχήμα 4.1 (Αντίστοιχα Σχήμα 4.2 έως 4.8)

```
Oxford%>%
  filter(CountryName %in% c("Greece", "Spain", "Italy", "Portugal", "Romania", "Malta", "Slovenia",
    "Slovakia", "Cyprus", "Bulgaria")) %>%
  mutate(Date = as.character(Date)) %>%
  mutate(Date = as.Date(Date, format = "%Y%m%d")) %>%
  mutate(`C1M_School closing` = replace(`C1M_School closing`, is.na(`C1M_School closing`), "Unknown")) %>%
  mutate(ConfirmedCases = replace(ConfirmedCases, is.na(ConfirmedCases), 0)) %>%
  ggplot(aes(x = Date, y = ConfirmedCases, color = `C1M_School closing`, group = 1)) +
  geom_line(size = 2.5) +
  scale_y_continuous(labels = scales::comma_format(scale = 1e-6, suffix = "M")) +
  labs(
    title = "Κλείσιμο σχολείων - Κρούσματα", x = "", y = "", color = "") +
  scale_color_manual(
    values = c("Unknown" = "gray", "0" = "gray", "1" = "#9ecae1", "2" = "#3182bd", "3" = "#0E083B"),
    breaks = c("Unknown", "0", "1", "2", "3"),
    labels = c("Unknown", "Όχι μέτρα", "Προτείνεται το κλείσιμο", "Απαιτείται το κλείσιμο (σε ορισμένες
κατηγορίες)", "Απαιτείται το κλείσιμο")
  ) +
  theme_minimal() +
  theme(legend.key.size = unit(0.5, "cm")) +
  theme(legend.position = "bottom") +
  theme(axis.text.y = element_text(size = 6)) +
  theme(axis.text.x = element_text(size = 6)) +
  facet_wrap(~CountryName, scales = "free") +
  guides(color = guide_legend(ncol = 2))
```

---

#### #Σχήμα 4.9 (Αντίστοιχα Σχήμα 4.14 και Σχήμα 6.4)

```
Oxford%>%
  filter(StringencyIndex_Average != 'NA' & CountryName %in% c("Italy", "Spain", "Portugal", "Greece",
    "Romania", "Malta", "Slovenia", "Slovakia", "Cyprus", "Bulgaria")) %>%
  mutate(Date = as.character(Date)) %>%
  mutate(Date = as.Date(Date, format = "%Y%m%d")) %>%
  ggplot(aes(x = Date, y = StringencyIndex_Average, color = factor(CountryName))) +
  geom_line(size = 0.8) +
  labs(title = 'Δείκτες Περιορισμού και Αυστηρότητας',
    color = "Χώρα", x = "", y = "") +
  theme_minimal() +
  theme(legend.position = c(0.88, 0.70),
    legend.box.background = element_rect(color = "grey", size = 0.2)) +
  theme(axis.text.x = element_text(size = 6.5),
    plot.title = element_text(size = 11)) +
  scale_color_manual(values = c("Italy" = "#2ca25f", "Spain" = "#feb24c", "Portugal" = "#de2d26",
    "Greece" = "#2c7fb8", "Romania" = "#ffeda0", "Malta" = "#fa9fb5",
    "Slovenia" = "#7fcdbb", "Slovakia" = "#c51b8a", "Cyprus" = "#fee0d2",
    "Bulgaria" = "#636363"))
```

---

---

#### #Σχήμα 4.10 (Αντίστοιχα Σχήμα 4.11 έως 4.13)

```
Oxford%>%
  filter(CountryName %in% c("Greece", "Spain", "Italy", "Portugal", "Romania", "Malta", "Slovenia",
    "Slovakia", "Cyprus", "Bulgaria")) %>%
  mutate(Date = as.character(Date)) %>%
  mutate(Date = as.Date(Date, format = "%Y%m%d")) %>%
  mutate(`H1_Public information campaigns` = replace(`H1_Public information campaigns`, is.na(`H1_Public
  information campaigns`), "Unknown")) %>%
  ggplot(aes(x = Date, y = `H1_Public information campaigns`, color = `H1_Public information campaigns`, group =
  1))+
  geom_point(size = 2.5) +
  labs( title = "Εκστρατείες Ενημέρωσης", x = "", y = "", color = "")+
  scale_color_manual(
    values = c("Unknown" = "gray", "0" = "gray", "1" = "#2ca25f", "2" = "#004400" ),
    breaks = c("Unknown", "0", "1", "2"),
    labels = c("Unknown", "0.Όχι εκστρατείες", "1.Εκκληση προσοχής για τον Covid19", "2.Συντονισμένη
    εκστρατεία ενημέρωσης του κοινού"))+
  theme_minimal()+
  theme(legend.text = element_text(size = 11))+
  theme(legend.position = "bottom") +
  theme(axis.text.y = element_text(size = 6)) +
  theme(axis.text.x = element_text(size = 6)) +
  facet_wrap(~CountryName, scales = "free")+
  guides(color = guide_legend(ncol = 1))
```

---

#### #Σχήμα 4.16

```
Oxford%>%
  filter(CountryName %in% c("Greece", "Spain", "Italy", "Portugal", "Romania", "Malta", "Slovenia",
    "Slovakia", "Cyprus", "Bulgaria")) %>%
  mutate(Date = as.character(Date)) %>% mutate(Date = as.Date(Date, format = "%Y%m%d")) %>%
  mutate(`V2A_Vaccine Availability (summary)` = replace(`V2A_Vaccine Availability (summary)`,
  is.na(`V2A_Vaccine Availability (summary)`), "Unknown")) %>%
  mutate(ConfirmedCases = replace(ConfirmedCases, is.na(ConfirmedCases), 0)) %>%
  mutate(ConfirmedDeaths = replace(ConfirmedDeaths, is.na(ConfirmedDeaths), 0)) %>%
  mutate(CumulativeMortality = ifelse(ConfirmedCases==0, 0, (ConfirmedDeaths / ConfirmedCases) * 100 ))%>%
  ggplot(aes(x = Date, y = CumulativeMortality, color = `V2A_Vaccine Availability (summary)`) +
  geom_line(size = 1.5, aes(linetype = MajorityVaccinated)) +
  labs( title = "Διαθεσιμότητα Εμβολίων - Θνητότητα", x = "", y = "", color = "", linetype = "")+
  scale_color_manual( values = c("Unknown" = "gray", "0" = "gray", "1" = "#99d8c9", "2" = "#2ca25f", "3" =
  "#004400" ), breaks = c("Unknown", "0", "1", "2", "3"), labels = c("Unknown", "Καμία διαθεσιμότητα", "Σε
  μερικές κατηγορίες", "Οποιοδήποτε >16 χρονών", "Για οποιαδήποτε ηλικία"))+ scale_linetype_manual(values =
  c("solid", "dotted"), labels = c("ΜΗ Εμβολ.πλειοψηφία", "Εμβολ.πλειοψηφία")) +
  theme_minimal()+ theme(legend.position = "bottom") +
  theme(legend.text = element_text(size = 10))+ theme(axis.text.y = element_text(size = 6)) +
  theme(axis.text.x = element_text(size = 6)) + facet_wrap(~CountryName, scales = "free")+
  guides(color = guide_legend(ncol = 2), linetype = guide_legend(ncol = 1))
```

---

---

## #Σχήμα 4.15

```
Oxford%>%
  filter(CountryName %in% c("Greece", "Spain", "Italy", "Portugal", "Romania", "Malta", "Slovenia",
    "Slovakia", "Cyprus", "Bulgaria")) %>%
  mutate(Date = as.character(Date)) %>% mutate(Date = as.Date(Date, format = "%Y%m%d")) %>%
  mutate(`E1_Income support` = replace(`E1_Income support`, is.na(`E1_Income support`), "Unknown")) %>%
  mutate(`E2_Debt/contract relief` = replace(`E2_Debt/contract relief`, is.na(`E2_Debt/contract
  relief`), "Unknown")) %>% ggplot()+
  geom_point(aes(x = Date, y = `E1_Income support`, color = `E1_Income support`, group = 1), size = 3) +
  geom_point(aes(x = Date, y = `E2_Debt/contract relief`, shape = `E2_Debt/contract relief`, group = 1), size = 0.5 )
+
  labs( title = "Υποστήριξη Εισοδήματος - Ελάφρυνση Χρέους/Συμβολαίου (για Νοικοκυριά)", x = "", y = "", color =
  "", shape = "")+
  scale_color_manual(
    values = c("Unknown" = "gray", "0" = "gray", "1" = "#fdae6b", "2" = "#e6550d" ), breaks = c("Unknown", "0",
  "1", "2"), labels = c("Unknown", "0.Καμία υποστήριξη", "1.Η κυβέρνηση αντικαθιστά λιγότερο από το 50% του
  χαμένου μισθού", "2.Η κυβέρνηση αντικαθιστά 50% ή περισσότερο του χαμένου μισθού"))+
  scale_shape_manual(
    values = c("Unknown" = 0, "0" = 1, "1" = 2, "2" = 3),
    breaks = c("Unknown", "0", "1", "2"),
    labels = c("Unknown", "0.Καμία ελάφρυνση", "1.Μικρή ελάφρυνση", "2.Ευρεία ελάφρυνση"))+
  theme_minimal()+
  theme(legend.key.size = unit(0.5, "cm"))+ theme(legend.position = "bottom") +
  theme(axis.text.y = element_text(size = 6)) + theme(axis.text.x = element_text(size = 6)) +
  facet_wrap(~CountryName, scales = "free")+ guides(color = guide_legend(ncol = 1))+
  guides(shape = guide_legend(ncol = 1))
```

---

## #Σχήμα 4.17

```
Oxford%>%
  filter(CountryName %in% c("Greece", "Spain", "Italy", "Portugal", "Romania", "Malta", "Slovenia",
    "Slovakia", "Cyprus", "Bulgaria")) %>%
  mutate(Date = as.character(Date)) %>% mutate(Date = as.Date(Date, format = "%Y%m%d")) %>%
  mutate(`V2B_Vaccine age eligibility/availability age floor (general population summary)` =
  replace(`V2B_Vaccine age eligibility/availability age floor (general population summary)`, is.na(`V2B_Vaccine age
  eligibility/availability age floor (general population summary)`), "Unknown")) %>%
  filter(`V2C_Vaccine age eligibility/availability age floor (at risk summary)`!="Unknown") %>%
  mutate(ConfirmedCases = replace(ConfirmedCases, is.na(ConfirmedCases), 0)) %>%
  mutate(ConfirmedDeaths = replace(ConfirmedDeaths, is.na(ConfirmedDeaths), 0)) %>%
  mutate(CumulativeMortality = ifelse(ConfirmedCases==0, 0, (ConfirmedDeaths / ConfirmedCases)* 100 ))%>%
  ggplot(aes(x = Date, y = `V2B_Vaccine age eligibility/availability age floor (general population summary)`, color
  = `V2C_Vaccine age eligibility/availability age floor (at risk summary)`, group = 1))+
  geom_point(size = 1.5) +
  labs( title = "Ηλικιακή Καταλληλότητα/Διαθεσιμότητα Εμβολιασμού", x = "", y = "", color = "")+
  theme_minimal()+ theme(legend.text = element_text(size = 10))+ theme(axis.text.y = element_text(size = 6)) +
  theme(axis.text.x = element_text(size = 6)) + facet_wrap(~CountryName, scales = "free")+
  theme(legend.position = "none")
```

---

---

#### #Σχήμα 4.18

```
Oxford%>%
  filter(CountryName %in% c("Greece", "Spain", "Italy", "Portugal", "Romania", "Malta", "Slovenia",
    "Slovakia", "Cyprus", "Bulgaria")) %>%
  mutate(Date = as.character(Date)) %>%
  mutate(Date = as.Date(Date, format = "%Y%m%d")) %>%
  mutate(`V2D_Medically/ clinically vulnerable (Non-elderly)` = replace(`V2D_Medically/ clinically vulnerable
  (Non-elderly)`, is.na(`V2D_Medically/ clinically vulnerable (Non-elderly)`), "Unknown")) %>%
  mutate(ConfirmedCases = replace(ConfirmedCases, is.na(ConfirmedCases), 0)) %>%
  mutate(ConfirmedDeaths = replace(ConfirmedDeaths, is.na(ConfirmedDeaths), 0)) %>%
  mutate(CumulativeMortality = ifelse(ConfirmedCases==0, 0, (ConfirmedDeaths / ConfirmedCases) * 100 )) %>%
  ggplot(aes(x = Date, y = CumulativeMortality, color = `V2D_Medically/ clinically vulnerable (Non-elderly)`, group
  = 1))+
  geom_line(size = 1.5) +
  labs(title = "Χορήγηση Εμβολίων σε Κλινικά/Ιατρικά Ευάλωτες Ομάδες - Θνητότητα", x = "", y = "", color = "")+
  scale_color_manual(
    values = c("Unknown" = "lightgray", "0" = "gray", "1" = "#99d8c9", "2" = "#2ca25f"),
    breaks = c("Unknown", "0", "1", "2"),
    labels = c("Προεμβολιακή εποχή", "Καμία διαθεσιμότητα", "Διαθεσιμότητα σε μια ή δύο ομάδες",
    "Διαθεσιμότητα σε περισσότερες από τρεις ομάδες"))+
  theme_minimal()+ theme(legend.position = "bottom") +
  theme(legend.text = element_text(size = 10))+ theme(axis.text.y = element_text(size = 6)) +
  theme(axis.text.x = element_text(size = 6)) +
  facet_wrap(~CountryName, scales = "free")+
  guides(color = guide_legend(ncol = 2))
```

---

#### #Σχήμα 4.19

```
Oxford%>%
  filter(CountryName %in% c("Greece", "Spain", "Italy", "Portugal", "Romania", "Malta", "Slovenia",
    "Slovakia", "Cyprus", "Bulgaria")) %>%
  mutate(Date = as.character(Date)) %>% mutate(Date = as.Date(Date, format = "%Y%m%d")) %>%
  mutate(`H7_Vaccination policy` = replace(`H7_Vaccination policy`, is.na(`H7_Vaccination policy`), "Unknown"))
  %>%
  ggplot(aes(x = Date, y = `H7_Vaccination policy`, color = `H7_Vaccination policy`, group = 1))+
  geom_point(size = 2.5) +
  labs(title = "Χορήγηση Εμβολίων σε Διαφορετικές Ομάδες", x = "", y = "", color = "")+
  scale_color_manual(
    values = c("Unknown" = "gray", "0" = "gray", "1" = "#e5f5f9", "2" = "#99d8c9", "3" = "#5BAF5B", "4" =
    "#156C15", "5" = "#024902"),
    breaks = c("Unknown", "0", "1", "2", "3", "4", "5"),
    labels = c("Unknown", "0.Όχι διαθεσιμότητα", "1.Διαθεσιμότητα σε μια ομάδα", "2.Διαθεσιμότητα σε δύο
    ομάδες",
    "3.Διαθεσιμότητα και στις τρεις ομάδες", "4.Μερική επιπλέον διαθεσιμότητα", "5.Γενική
    διαθεσιμότητα"))+ theme_minimal()+ theme(legend.position = "bottom") + theme(legend.text =
  element_text(size = 11))+ theme(axis.text.y = element_text(size = 6)) + theme(axis.text.x = element_text(size = 6))
  + facet_wrap(~CountryName, scales = "free")+ guides(color = guide_legend(ncol = 2))
```

---



---

## #Σχήμα 4.20

```
Oxford %>%
  filter(CountryName %in% c("Greece", "Spain", "Italy", "Portugal", "Romania", "Malta", "Slovenia",
    "Slovakia", "Cyprus", "Bulgaria")) %>%
  mutate(ConfirmedCases = replace(ConfirmedCases, is.na(ConfirmedCases), 0)) %>%
  mutate(ConfirmedDeaths = replace(ConfirmedDeaths, is.na(ConfirmedDeaths), 0)) %>%
  mutate(CumulativeMortality = ifelse(ConfirmedCases == 0, 0, (ConfirmedDeaths / ConfirmedCases) * 100)) %>%
  ggplot(aes(x = PopulationVaccinated,
    y = CumulativeMortality,
    color = CountryName)) +
  geom_point(size = 0.5) +
  geom_smooth() +
  labs(title = "Συσχέτιση Ποσοστών Θνητότητας με Ποσοστών Εμβολιασμένων ",
    color = "",
    x = "Εμβολιασμένοι %",
    y = "Θνητότητα %") +
  theme_minimal() +
  scale_color_manual(values = c("Italy" = "#2ca25f", "Spain" = "#feb24c", "Portugal" = "#de2d26",
    "Greece" = "#2c7fb8", "Romania" = "#ffeda0", "Malta" = "#fa9fb5",
    "Slovenia" = "#7fcdbb", "Slovakia" = "#c51b8a",
    "Cyprus" = "#fee0d2", "Bulgaria" = "#636363")) +
  facet_wrap(~CountryName, scales = "free") +
  guides(color = FALSE)
```

---

## #Σχήμα 4.21

```
owid_covid_data %>%
  filter(excess_mortality != 'NA' & location %in% c("Italy", "Spain", "Portugal", "Greece")) %>%
  ggplot(aes(x = date, y = excess_mortality, color = factor(location))) +
  geom_line(size = 0.8) +
  labs(title = 'Υπέρβαση Θνητότητας κατά την Πανδημία',
    color = "Χώρα",
    x = "",
    y = "") +
  theme_minimal() +
  theme(legend.position = c(0.88, 0.70),
    legend.box.background = element_rect(color = "grey", size = 0.2)) +
  theme(axis.text.x = element_text(size = 6.5),
    plot.title = element_text(size = 11)) +
  scale_color_manual(values = c("Italy" = "#2ca25f",
    "Spain" = "#feb24c",
    "Portugal" = "#de2d26",
    "Greece" = "#2c7fb8"))
```

---

---

## #Σχήμα 4.22

```
ΑΕΠ %>%
  filter(countries %in% c("Ισπανία", "Πορτογαλία", "Ιταλία", "Ελλάδα")) %>%
  ggplot(aes(x = year, y = gdp_euro, color = factor(countries))) +
  geom_line() +
  geom_text(aes(label = round(gdp_euro, 1)), vjust = -0.5, hjust = 0.5, size = 3.2) +
  labs(title = 'Εξέλιξη μέσου όρου ΑΕΠ ανά Κάτοικο',
        x = "",
        y = "",
        color = "") +
  theme_minimal()+
  theme(axis.text.y = element_blank()+
  theme(legend.key.size = unit(0.5, "cm"))+
  theme(legend.position = "bottom") +
  guides(color = guide_legend(ncol = 4))+
  scale_color_manual(values = c("Ιταλία" = "#2ca25f",
                                "Ισπανία" = "#feb24c",
                                "Πορτογαλία" = "#de2d26",
                                "Ελλάδα" = "#2c7fb8"))
```

---

## #Σχήμα 6.1 (Αντίστοιχα Σχήμα 6.2 και Σχήμα 6.3)

```
sir_estimates %>%
  filter(Country %in% c("Greece") & Days>0 & Days<26)%>%
  ggplot() +
  geom_line(aes(x = Days,
                y = Actual_Cases,
                colour = "Actual_Cases"),
            size = 1) +
  geom_line(aes(x = Days,
                y = Estimation,
                colour = "Estimation"),
            size = 1) +
  scale_color_manual(name = "",
                    values = c("#2c7fb8", "#de2d26"),
                    labels = c("Πραγματικά Δεδομένα", "Εκτιμήσεις"))+
  labs(title = 'Συσχέτιση Πραγματικών Κρουσμάτων με Εκτιμήσεις SIR σε Ελλάδα',
        x = 'Χρόνος σε Ημέρες',
        y = 'Κρούσματα') +
  theme_classic() +
  scale_y_continuous(labels = scales::comma_format()) +
  theme(legend.position = "bottom")
```

---

---

## #Σχήμα 6.5

```
e1<-WHO_COVID_19_global_data_weekly %>%
  filter(Country %in% c("Italy", "Spain", "Portugal", "Greece") & Date_reported > '2020-02-15' & Date_reported <
'2020-06-01') %>%
  mutate(New_cases = replace(New_cases, is.na(New_cases),0)) %>%
  ggplot(aes(x = Date_reported,
            y = New_cases))+
  geom_line(color = "#3182bd", size = 0.5) +
  geom_ribbon(aes(ymin = 0, ymax = New_cases), fill = "#9ecae1", alpha = 0.4) +
  labs(title = "Νέα Καταγεγραμμένα Κρούσματα",
       x = "",
       y = "") +
  theme_minimal() +
  theme(plot.title = element_text(size = 10, face = "bold", hjust = 0.5))+
  facet_wrap(~Country, scales = "free")+
  scale_y_continuous(labels = scales::comma_format(scale = 1e-3, suffix = "K"))+
  scale_x_date(date_breaks = "1 week", date_labels = "%d-%m") +
  theme(axis.text.x = element_text(size = 7.5, hjust = 1, angle = 90))

e2<-sir_estimates %>%
  filter(Country %in% c("Italy", "Spain", "Portugal", "Greece")) %>%
  ggplot(aes(x = Days,
            y = Estimation))+
  geom_line(color = "#de2d26", size = 0.5) +
  geom_ribbon(aes(ymin = 0, ymax = Estimation), fill = "#fc9272", alpha = 0.4) +
  labs(title = "Εκτιμήσεις Ενεργών Μολύνσεων SIR",
       x = "",
       y = "") +
  theme_minimal() +
  theme(plot.title = element_text(size = 10, face = "bold", hjust = 0.5))+
  facet_wrap(~Country, scales = "free")+
  scale_y_continuous(labels = scales::comma_format(scale = 1e-6, suffix = "M"))

library(gridExtra)
library(grid)
grid.arrange(e1, e2, ncol = 2,
            top = textGrob("Σύγκριση Εκτιμήσεων/Πραγματικών Τιμών κατά το Πρώτο Κύμα",
                          gp = gpar(fontsize = 13, fontface = "bold")))
```

---

---

## #Σχήμα 6.9 (Αντίστοιχα Σχήμα 6.6 έως 6.8)

```
N <- 10700000

state_values <- c(S = N - 1, I = 1, R = 0)

parameters <- c(beta = 0.6002533,
                gamma = 0.3997467)

times <- seq(0, 120, by = 1)

sir_model <- function(time, state, parameters){
  with(as.list(c(state, parameters)),{
    N <- S + I + R
    lamda = beta * I/N
    dS = - lamda * S
    dI = lamda * S - gamma * I
    dR = gamma * I
    return(list(c(dS,dI,dR)))
  })
}

output <- as.data.frame(ode(y= state_values,
                          times = times,
                          func = sir_model,
                          parms = parameters))

output_full <- melt(as.data.frame(output), id = 'time')

output_full$proportion <- output_full$value/sum(state_values)

output_long <- pivot_longer(output, cols = -time, names_to = "variable", values_to = "value")

output_long <- output_long %>%
  group_by(variable) %>%
  mutate(proportion = value / N)

ggplot(data = output_long, aes(x = time,
                              y = proportion,
                              color = variable,
                              group = variable)) +
  geom_line(size = 1.5) +
  labs(title = 'Μοντέλο SIR σε Ελλάδα',
       x = 'Χρόνος σε Ημέρες',
       y = 'Ποσοστιαίες Τιμές',
       color = 'Πληθυσμοί') +
  scale_x_continuous(limits = c(0, 120)) +
  theme_minimal()
```

---

## #Σχήμα 6.10 (Αντίστοιχα 6.11 έως 6.13)

```
N <- 60000000

initial_state <- c(S = N - 8, E = 7, I = 1, R = 0)

parameters <- c(beta = 0.687521,
  sigma = 0.20, # Ρυθμός μετάβασης από E σε I
  gamma = 0.312479)

times <- seq(0, 200, by = 1)

seir_model <- function(time, state, parameters) {
  with(as.list(c(state, parameters)), {
    N <- S + E + I + R
    lamda = beta * I/N
    dS = - lamda * S
    dE = lamda * S - sigma * E
    dI = sigma * E - gamma * I
    dR = gamma * I
    return(list(c(dS, dE, dI, dR)))
  })
}

output <- as.data.frame(ode(y = initial_state, times = times, func = seir_model, parms = parameters))

output_full <- melt(as.data.frame(output), id = 'time')

output_full$proportion <- output_full$value/sum(initial_state)

output_long <- pivot_longer(output, cols = -time, names_to = "variable", values_to = "value")

output_long <- output_long %>%
  group_by(variable) %>%
  mutate(proportion = value / N)

ggplot(data = output_long, aes(x = time,
  y = proportion,
  color = variable,
  group = variable)) +
  geom_line(size = 1.5) +
  labs(title = 'Μοντέλο SEIR στην Ιταλία',
  x = 'Χρόνος σε Ημέρες',
  y = 'Ποσοστιαίες Τιμές',
  color = 'Πληθυσμοί') +
  theme_minimal()+
  scale_color_manual(values = c("S" = "#1f77b4", "E" = "#ff7f0e", "I" = "#d62728", "R" = "#2ca02c" ))
```

---

